

I N S T I T U T
RUĐER BOŠKOVIĆ
Z A G R E B

1950 - 1970



Knjižnica III. reda
1. knji
KNJIŽNICA
INSTITUT „RUĐER BOŠKOVIĆ“
ZAGREB

I N S T I T U T
" R U Đ E R B O Š K O V I Ć "
Z A G R E B

1950 - 1970

REDAKCIJSKI ODBOR

Franjo Jović
Petar Colić
Dragan Dekaris
Ljubomir Jeftić
Antonija Prelec

Lektor - Branka Podunavac

Naslovna strana i fotografije - Nikola Zebec
Prepisano, umnoženo i grafički obradjeno u Službi
dokumentacije Instituta; tiskano u 1000 primjeraka.

Zagreb, studeni 1970.

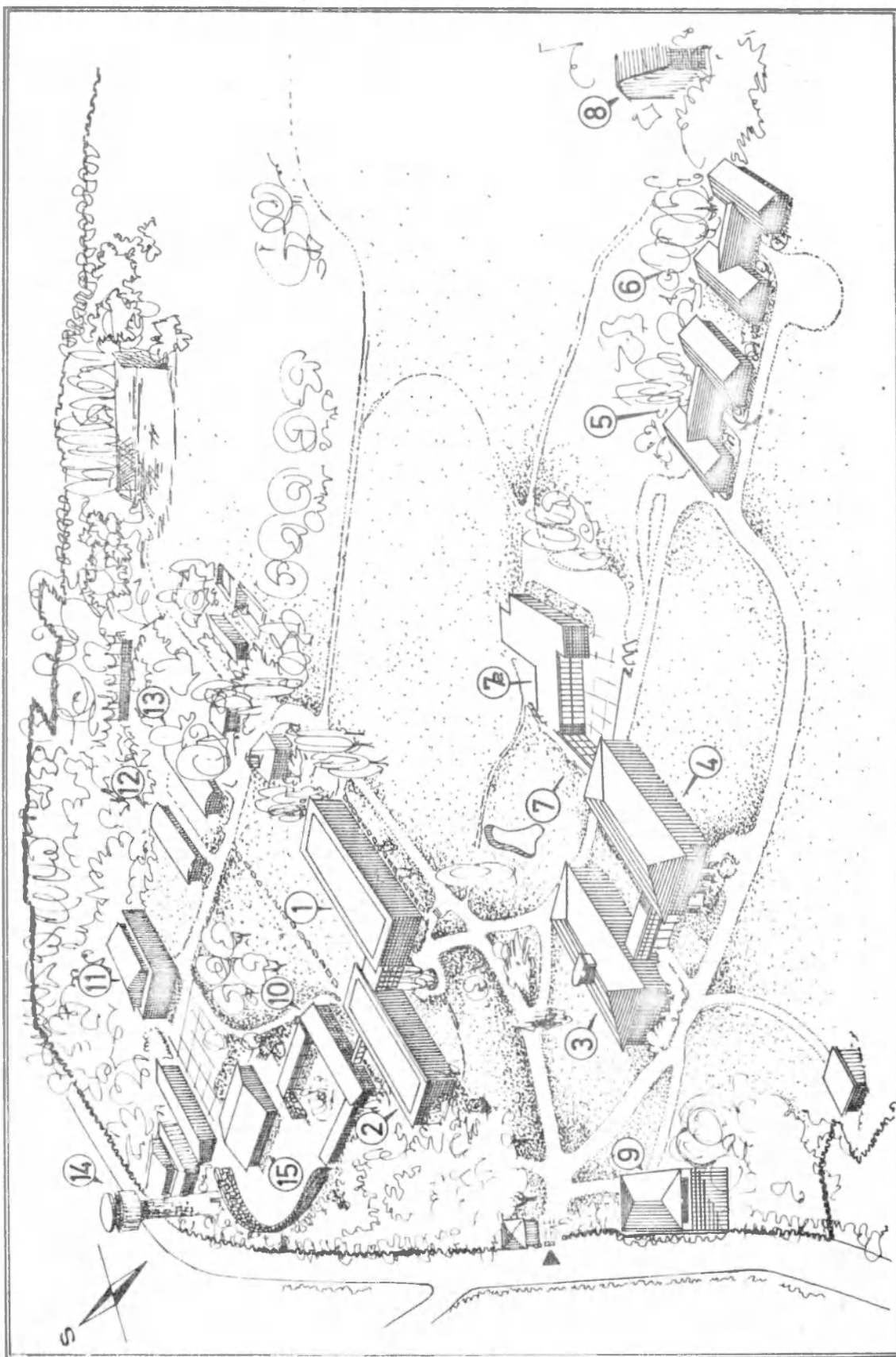
Rudjer Josip Bošković (1711 - 1787) najistaknutiji je hrvatski znanstveni radnik 18. stoljeća i jedan od prvih svjetskih učenjaka koji je usvojio Newtonovu teoriju gravitacije. Rodjen je u Dubrovniku u obitelji koja je već tada uživala veliki ugled. Škole je pohađao u Dubrovniku a matematiku i fiziku je studirao u Collegium Romanum gdje je 1740. postao i profesorom. Bio je redovnik Isusovačkog reda. Objavio je niz radova i rasprava o matematici, geometriji, astronomiji i mjernim instrumentima. Poznato je da se bavio i primjenom egzaktnih metoda u gradjevinarstvu i geodeziji te ga smatraju začetnikom statičkih proračuna. U suradnji s engleskim isusovcem Christoferom Maireom izmjerio je luk od 2 stupnja između Rima i Riminija i o tome objavio raspravu pod naslovom "*De litteraria expeditione per pontificam ditionem ad dimentiendo duos meridiani gradus a PP. Maire et Boscovic*". U Beču je objavio svoje najpoznatije djelo "*Philosophiae naturalis theoria redacta ad unicum legem virium in natura existentium*" 1758. To djelo sadrži njegovu teoriju atoma koja se i danas smatra prethodnicom svim suvremenim shvaćanjima o prirodi tvari. Njegov doprinos poimanju strukture tvari danas je posebno zanim-

ljiv iako mu je nanesena nepravda,
zaboravljajući koliko je unaprijedio
primijenjene nauke (geodezija, anali-
za pogrešaka mjerenja). 1760. godine
postaje članom londonskog učenog dru-
štva Royal Society, kome je zatim po-
svetio svoje djelo "De solis ac
lunae defectibus". Godine 1764. iza-
bran je za profesora matematike na
univerzitetu u Paviји gdje ostaje šest
godina. Bio je osnivač i direktor astro-
nomske opservatorije u Breri. 1773.
godine imenovan je za direktora Optičke
uprave francuske mornarice te postaje
francuskim građaninom. 1783. vraća se
u Italiju u Bassano. Posljednjih godi-
na života objavljuje pet svezaka svoga
djela "Opera pertinentia ad opticam et
astronomiam", koje izlazi 1785. Umro je
u Milanu i tamo je pokopan.

S A D R Ž A J

		Strana
Vinko Škarić	20-GODIŠNJI RAZVOJ INSTITUTA "RUDJER BOŠKOVIĆ"	1
Aleksandar Vrbaški	NEKE ODLUKE ORGANA UPRAVLJANJA INSTITUTA "RUDJER BOŠKOVIĆ"	9
Nikša Allegretti	POLOŽAJ INSTITUTA "RUDJER BOŠKOVIĆ" U RAZVOJU NAŠE ZNANOSTI	17
Božo Težak	SVJETLA I SJENE KOD IZGRADNJE I RAZVOJA INSTITUTA "RUDJER BOŠKOVIĆ"	23
Gaja Alaga	PUT RAZVOJA TEORETSKE FIZIKE U ZAGREBU	35
Petar Tomaš	NUKLEARNA I ATOMSKA FIZIKA U INSTITUTU "RUDJER BOŠKOVIĆ"	43
Zdenko Šternberg	ČVRSTO STANJE I PLAZMA	53
Gabro Smiljanić	RAZVOJ ODJELA ELEKTRONIKE INSTITUTA "RUDJER BOŠKOVIĆ"	61
Mirko Mirnik	FIZIČKA KEMIJA	67
Dina Keglević	PODRUČJE ORGANSKE KEMIJE I BIOKEMIJE KAO DIO DJELOVANJA INSTITUTA "RUDJER BOŠKOVIĆ"	75

	Strana
Veljko Stanković	
OSVRT NA PROŠLOST, ZNAČENJE I ULOGU BIOLOŠKOG ISTRAŽIVANJA U INSTITUTU "RUDJER BOŠKOVIĆ"	81
Marko Branica	
OCEANOLOGIJA	89
Dušan Srdoč	
SLUŽBA ZAŠTITE OD ZRAČENJA	95
ODJEL TEORIJSKE FIZIKE	97
ODJEL ZA NUKLEARNA I ATOMSKA ISTRAŽIVANJA	104
ODJEL ZA ČVRSTO STANJE	111
ODJEL ELEKTRONIKE	115
ODJEL FIZIČKE KEMIJE	118
ODJEL ORGANSKE KEMIJE I BIOKEMIJE	123
ODJEL BIOLOGIJE	127
CENTAR ZA ISTRAŽIVANJE MORA	136
SLUŽBA DOKUMENTACIJE	141
TEHNIČKI SEKTOR	142
PREGLED NAGRAĐENIH SURADNIKA INSTITUTA "RUDJER BOŠKOVIĆ"	145
IZVADCI IZ KNJIGE UTISAKA	155
PREGLED UGOVORENIH ISTRAŽIVANJA	161
SHEMA ORGANIZACIJE I UPRAVLJANJA INSTITUTA	169
PREGLED BROJA PUBLIKACIJA, REFERATA, DISERTACIJA I MAGISTARSKIH RADOVA	170
PREGLED ULOŽENIH SREDSTAVA I BROJA ZAPOSLENIH	171
STRUKTURA ZAPOSLENIH	172
PREGLED ISTRAŽIVAČA I OSTALOG OSOBLJA U LABORATO- RIJIMA, GRUPAMA I POGONIMA NAUČNOG SEKTORA	173



- ① ② ③ ④ - I, II, III i IV KRILLO (ISTRAŽIVAČKI LAB.); ⑤ - BIOLOGIJA I; ⑥ - BIOLOGIJA II;
 ⑦ - CIKLOTRON; ⑦a - CIKLOTRONSKO KRILLO II; ⑧ - NEUTRONSKI GENERATOR; ⑨ - UPRAVNA ZGRADA;
 ⑩ - RADIONICA I; ⑪ - RADIONICA II; ⑫ - RAČUNOVODSTVO; ⑬ - SERVIS; ⑭ - VODOTORANJ.

Vinko Škarić

20-GODIŠNJI RAZVOJ INSTITUTA "RUDJER BOŠKOVIĆ"

Umjesto isticanja vlastitih rezultata rada, bilo bi bolje kad bi popis znanstvenih radova, pregled izgrađenih instrumenata, narasli ka- drovi (doktori nauka i magistri) ove naše najveće znanstvene ustanove sami o sebi govorili. Ako ipak bude nekih naglasaka na uspjehe, neka nam to bude dozvoljeno bar ovom prilikom kad slavimo 20-godišnji jubilej.

U prvom redu, nekoliko riječi o samoj ediciji. Nije bilo moguće obuhvatiti sve što smo imali u planu. Postoji mogućnost da se to nadoknadi prigodom proslave 25. obljetnice. Mnogo su pomogli ali

samo faktografskom slaganju historijata* neki podaci iz zapisa Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti u Zagrebu, kao i oni iz zapisnika o radu Vijeća Instituta, odnosno njegovih organa upravljanja.

Osim te povijesne faktografije, pozvali smo naše uvažene profesore Ivana Supeka, Božu Težaka i Nikšu Allegrettia kao savjetnike, svjedoke i utemeljitelje ovog našeg čina da nam pomognu svojim sjećanjima na prve dane stvaranja moderne fizike, kemije i biologije u Zagrebu, kao i Instituta u cjelini.

Prof. Ivan Supek je kao

* Historijat je obradjen u posebnom poglavlju.

začetnik jedne velike zamisli i osnivač Instituta "Rudjer Bošković" našao najvažnije mjesto u ovom našem jubileju. Međutim, ako ovdje ne nadjemo njegova direktna razmišljanja o događajima koji su prethodili stvaranju Instituta "Rudjer Bošković", to je zato što nam je ponudio neke svoje već objavljene zapise s temama od interesa za našu ustanovu. Kao prvo navodimo njegovu knjigu "Posljednja revolucija". Osim toga, postoji niz njegovih zapisa i radova, posebno onaj koji je objavljen u "Nature" 182 (1958), p. 558-566, u kojem, kao predsjednik Vijeća Instituta piše o odlukama o gradnji i programu Instituta. Naglasio bih neke njegove misli u tom pregledu. "Neki eksperti velikih sila mogu skeptički gledati na pokušaje malih zemalja. Sigurno, mi ne možemo voditi trku s velikim tehničkim zahvatima u području nuklearne energije, mi to ni ne želimo. Naša je namjera da se priključimo fundamentalnim istraživanjima i da stvorimo čvrstu osnovu za mirnodopske primjene. Povrh toga, sadašnji svijet koji je podijeljen u naoružane tabore, razbija internacionalizam znanosti. U ovoj situaciji, na ivici samo-

ubistva čitavog čovječanstva, renesansa univerzalnog duha mora biti cilj, u realizaciji kojeg male zemlje, kao što je Jugoslavija, mogu pomoći vrlo mnogo."

Internacionalizam koji vlada među znanstvenim radnicima na području prirodnih nauka, vrlo je razvijen i najdalje je dospio. Zakoni koji ovdje vladaju zajednički su istraživačima svih naroda. Tu se moramo, međutim, izučiti u sporazumijevanju i na što skorijoj i potpunoj međunarodnoj podjeli znanosti. Naša ustanova je u tome dala svoje priloge (popis radova od 1954 - 1969. dijelom to ilustrira), ali je ostala i ostaje naša. Pasteur je rekao: "Znanost nema domovine, ali je istraživači imaju."

U koncipiranju ove prigodne edicije pokušavali smo dobiti i presjeke kroz pojedine uže ili šire znanstvene discipline, s naglaskom na mjesto i ulogu naših ostvarenja u svjetskim znanstvenim tokovima. U tom smislu je za teoretsku fiziku zamoljen da izradi pregled prof. Gaja Alaga, za nuklearnu fiziku prof. Petar Tomaš, za elektroniku dr Gabro Smiljanić, za čvrsto stanje i plazmu inž. Zdenko Šternberg, za organsku kemiju i

biokemiju dr Dina Keglević, za fizičku kemiju i oceanologiju prof. Mirko Mirnik i dr Marko Branica, za biologiju dr Veljko Stanković i za zaštitu od zračenja dr Dušan Srdoč. Redakcija je dala punu slobodu u iznošenju podataka i ocjena, imajući na umu reputaciju autora kao znanstvenih radnika.

U trećem presjeku ove edicije nalaze se aktuelne teme našeg institutskog života i rada iz osam odjela. Pročelnici svih odjela s voditeljima laboratorija i grupa^{**} daju sažete opise zadataka na kojima radi 155 doktora nauka, 71 magistar nauka, 73 postdiplomanda, 157 tehničara i radnika u radionici^{***} i 126 administrativnih i pomoćnih službenika.

Niz tabelarnih pregleda može pomoći u procjenama postignutog, ali ne i kao svjedok požrtvovanja, entuzijazma i samoprijedora mnogih naših radnika koji su unijeli u ovo naše zdanje znanja i znanosti. Isto tako moramo svi od reda biti uvjereni da samo ona kreativnost koja nije u omći birokracije i nije tabelarno prikazana, može lomiti pljesnive zidine zaostalosti

i naći putove progresa narodima kojima pripada.

Izgradjivanje znanstvene ustanove kao što je Institut "Rudjer Bošković", pet godina nakon završetka ratnih pustošenja, a isto tako i nakon sistematskog predratnog podređivanja interesima stranog kapitala, bio je pothvat bez presedana u SRH. Bilo je za očekivati da će takvom zahvatu stajati na putu stari nazori i poneki sitni interesi. To se, nažalost, i danas ponekad osjeća i sakriva, ali na sreću i lomi na snazi kvalificiranog znanstveno-radnog kadra ove, sada najveće znanstvene ustanove u SR Hrvatskoj, koja broji 700 radnika.

Koliko nam pogled može doprijeti do zbivanja prije 20 godina, kao i na 20-godišnje postojanje ove znanstvene ustanove, njen rad i život bi se mogao sažeti u tri etape:

- Stvaranje ustanove kao naj-sretnije periode, posebno, što se tiče uključivanja mlađih naučnih kadrova u svjetske znanstvene tokove.

- Centralističko zakidanje razvoja Instituta, što se naročito pokazalo kroz raspodjelu sredstava preko

^{**} U posebnom pregledu naznačeni su nazivi odjela, laboratorija i grupa.

^{***} Kratak prikaz rada radionice dat je posebno.

Savezne komisije za nuklearnu energiju (Institut "Rudjer Bošković" dobivao je oko 11% od sredstava koja je Savezna komisija za nuklearnu energiju imala na raspolaganju).

- Osamostaljivanje i uvođenje samoupravljanja i vlastitog programiranja u skladu sa znanstvenim interesima šire zajednice, ali i stvaranje novih poteškoća oko uključivanja u proširenu reprodukciju.

Danas, kao najveća znanstvena zajednica u SR Hrvatskoj, Institut i nadalje okuplja najbolje studente kroz sistem stipendija i omogućava im direktan nastavak studija (postdiplomskog), kao i izradu doktorskih radova. Pored poteškoća koje je Institut imao na relaciji Sveučilište-Institut, niz nastavnika, iako još uvijek bez prava sveučilišnih radnika, temeljito pomažu transformiranju nastave na fakultetima i Sveučilištu. U nastojanjima da se dodje do vlastitih znanstvenih kadrova Institut "Rudjer Bošković" odigrao je jednu od najznačajnijih uloga. Vrijedno je napomenuti da je Naučni savjet Instituta, prema zapisnicima iz spomenutog napisa profesora Ivana Supeka iz 1958. godine, uvijek vjerovao da Institut i Univerzitet moraju biti

udruženi u znanstvenom radu i odgoju mladih znanstvenih radnika. Godine 1953. Univerzitet i Savjet Instituta odlučili su da ujedine ta nastojanja u radna područja koja su im zajednička, pa je prva postdiplomska škola u SRH bila organizirana u ovom Institutu već 1957. godine. Komentare za sadašnju situaciju, koja se mnogo izmijenila od one u 1957. godini, bolje je upraviti na direktne razgovore oko reforme Sveučilišta.

Nekoliko značajki Instituta "Rudjer Bošković" koje ga naročito izdvajaju, ili prave različitim od ostalih znanstvenih ustanova, mogu se spomenuti, a to su:

- Usvojene tehnike na području nuklearnih nauka i niz vlastitih rješenja u opremanju nuklearne fizike, radiokemije, radijacione kemije i zaštite od zračenja, jedino su razvijene u Institutu "Rudjer Bošković", barem što se tiče SRH. Elektroprivreda i gradnja nuklearnih elektrona u tim nastojanjima mogu naći svoj interes.

- Može se tvrditi da je IRB prva višedisciplinarna ustanova u zemlji i jedina u SRH s interdisciplinarnim programima i istraživanjima. To dolazi iz zahtjeva suvremene

znanosti. Prateći događaje u nas i u svijetu, ne bismo smjeli zaostati u nastojanjima da razvijamo područja znanosti koja su zajednička za kemiju, fiziku, biologiju, elektroniku itd.

- Institut "Rudjer Bošković" ima sve karakteristike postdiplomske škole gdje se, između ostalog, kao uvjet za napredovanje postavlja magistarski rad i doktorat, te priznati znanstveni radovi. Povezivanje ove ustanove sa Sveučilištem pomaže izgradnji kadrova novih profila potrebnih našoj privredi i znanosti.

- Profesionalnost istraživačkih zahvata i rezultati u oko 2000 priznatih znanstvenih radova, objavljenih u svjetskim časopisima, daje organizaciju šansu ovoj ustanovi u sklapanju ugovora i s inozemnim partnerima. Institut "Rudjer Bošković" je jedna od naših znanstvenih platformi koje u međunarodnoj podjeli rada i znanja ima uvjete za ravnopravnu suradnju s inozemnim partnerima. Posebno se to odnosi na žitne i slične fondove.

- Jugoslavenska armija u postignutim rezultatima IRB-a nalazi svoje interese, posebno u masovnoj zaštiti stanovništva.

- Raspolažući s radionicama, s oko 80 visokokvalificiranih radnika, u stanju je svoja istraživanja prevesti u prototipove i poluindustrijska postrojenja.

Tako nabrojene specifičnosti Instituta ne mogu biti potpuno prikazane ako se ne vodi računa o namjerama osnivača da se u Zagrebu izgradi znanstvena ustanova koja će služiti odgoju kadrova i Sveučilištu, znanosti i znanju, privredi i prodorima u novo i naše.

Nuklearna energija, sa svim dobrim i lošim što je donijela svijetu, u Institutu "Rudjer Bošković" nalazi odaziv u primjeni nuklearnih nauka u mirnodopske svrhe. Akceleratori (ciklotron, neutronske generator) produciraju radioizotope i daju presjeke nuklearnih reakcija, te donose oko 5% radova s tog područja kao prilog svjetskoj nauci. Uočljiv je taj doprinos iz razloga što Jugoslavija u cjelini pridonosi, izraženo u broju radova, oko 0.3% svjetskim znanstvenim zbivanjima. Ne smijemo zaboraviti da će krajem ovog stoljeća blizu jedna polovina električne energije potjecati iz nuklearnih elektrona.

Institut "Rudjer Bošković" već

oko 10 godina razvija istraživanja mora, posebno oko zaštite i kontaminacije života u moru. To je urodilo i integriranjem Instituta "Rudjer Bošković" i Instituta za biologiju mora (do tada u sklopu Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti) u Centar za istraživanje mora u Rovinju. Kod toga se širi program oko istraživanja toga, po bogatstvu faune, najinteresantnijeg dijela Jadranskog mora, ali i po velikim opasnostima od kontaminacije (zbog pličine, zatvorenosti, a i slijevanja velikih rijeka) najugroženijeg područja naše obale.

Ističe se kao institucija koja je prva u SRH, a i u SFRJ, radila, osim na navedenim akceleratorskim tehnikama (vlastitom ciklotronu i neutronskom generatoru), na poluvodičima, laserima, kompjuterima, elektronskom mikroskopu, brojačima, višekanalnim analizatorima, markiranim organskim tvarima, rendgenskoj strukturnoj analizi, spektroskopijama (Raman, infracrvena, ultravioletna, nuklearnomagnetskim rezonacijama, elektron spin rezonancija itd.), dozimetriji (komandnoj i masovnoj), mnogim suvremenim metodama separacija, kao što su elektroforeza, kromatografiji, polarografiji, elektroke-

mijskom dobivanju urandioksida u polu-industrijskom mjerilu, pripremi visokotemperaturnih materijala itd. U biološkim i biokemijskim istraživanjima naročito razvija imunologiju, neurofiziologiju, sintezu virusa, šećera, proteina i antibiotika, te proučava reakci-
one mehanizme.

U redovnim godišnjim izvještajima ove ustanove mogu se pratiti svi navedeni uspjesi i dostignuća, kao i mjesto te ustanove u svjetskim tokovima znanstvenih zbivanja.

Povezanost Instituta "Rudjer Bošković" s privrednim tokovima dolazi sve više do izražaja, pa primjer suradnje Tvornice farmaceutskih i kemijskih proizvoda "Pliva" i Instituta nailazi na sve veće uzajamne zahvate i planove. Niz ekspertiza i rezultata rada koje Institut "Rudjer Bošković" vrši za industriju dio su rada Instituta, ali ne i finansijskih prihoda. Institut mnogo očekuje od većih mogućnosti modernizacije naših industrijskih kapaciteta.

Kao samostalna znanstvena ustanova, dala je velike priloge uspostavljanju samoupravljanja u naučnim jedinicama. Kao prva od profesionalnih naučnih ustanova uređuje život na samoupravljačkim osnovama. Visoko-

razvijeni društveni odnosi došli su do punog izražaja u ovoj ustanovi sa 700 radnika, od kojih su 310 s akademskom spremom, 155 s doktoratom nauka i 71 s magisterijem. Pored visokokvalificiranih tehničara i radnika u institutskom tehničkom sektoru (radionici) naučni radnici nalaze načina da dograđuju svoje programe i rezultate. Statutom su razradjene metode stimuliranja, unapređivanja i nagrađivanja prema rezultatima rada. U osam odjela i u tehničkom sektoru posebno se razvija svijest samoupravljanja i privredjivanja. Najvažnije je da mlađji ljudi ne mogu iz toga biti potisnuti i da odlukom samoupravljačkih organa, a ne sklonostima pojedinaca, svaki radnik može doći do svojih prava.

Potrebno je naglasiti da Statut i drugi normativni akti Instituta služe kao uzor mnogim ustanovama, a kriteriji po kojima se vrše unapređenja i ocjene rada spadaju u najoštrije kriterije koji su usvojeni u našoj zemlji.

Želja je ove ustanove da se mjeri svijetom, ali i da svijet oko sebe, posebno onaj zbog kojeg živi i radi u zemlji, ima za sebe u zajedničkim nastojanjima bržeg gradjenja vlastite industrije, standarda i znanja.

* * *

Je retire de cette visite une impression
émerveillée. Accidents de particules; source de
retrouvailles; molécules marquées; dans tous les
domaines, les savants jugoslaves font la preuve
de leur génie inventif; ont même de
pourchasser les moyens dont disposent leurs
collègues de pays moins défavorisés au sortir
de la guerre. Quel encouragement pour la
France et les savants français, à pousser
plus avant sur la voie des
échanges! Vivons: du Travail en Commun.

Maurice Schumann

Membre d'honneur de
le Académie Scientifique de
la République Française Zagreb - 9 avril 1968

Posjeta Maurice Schumann-a 9.IV 1968.

"Iz ove posjete izvlačim snažan utisak. Akcelerator čestica, izvor neutrona, markirane molekule - u svim domenama jugoslavenski učejnici pokazuju svoju inventivnu sposobnost, čak i kad ne posjeduju sredstva kojima raspolažu njihove kolege u zemljama koje su bile manje pogođene ratom. Kakav poticaj za Francusku i francuske naučenjake da unaprijede, izmjene ili, još bolje, zajednički rade"

NEKE ODLUKE ORGANA UPRAVLJANJA INSTITUTA "RUDJER BOŠKOVIĆ"

Institut "Rudjer Bošković" osnovan je u svibnju 1950. u sastavu Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti u Zagrebu. U izvješćaju o radu Jugoslavenske akademije za 1950.g. zabilježeno je na str. 18.:

" ... Dopisom Uprave za koordinaciju rada naučnih instituta pri Predsjedništvu vlade FNRJ u Beogradu obaviještena je Akademija, da je Predsjednik privrednog savjeta FNRJ u sporazumu sa saveznom vladom odlučio da doznači potrebna sredstva za podizanje modernog Instituta za fiziku u Zagrebu, koji bi se naročito bavio naučnim istraživanjima iz područja atomske fizike. Odbor stručnjaka, imenovan od Akademije uvažavajući inicijativu i želju narodne vlasti, da se što intenzivnije poradi na osnivanju tog Instituta izradio je u nizu sastanaka planove Instituta i smjernica rada, a proučio je i pitanje kadrova. Odlučeno je, da Institut ima četiri odsjeka: za teoretsku fiziku, za molekularnu fiziku, za nuklearnu fiziku i za elektroniku. Prema nacrtima arh. Ostrogovića, odobrenima od Predsjedništva akademije, započeta je gradnja jednog krila zgrade Instituta ... "

Aktom Predsjedništva Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti br. 2737 od 22.VI 1950. osnovan je odbor stručnjaka za izgradnju "Fizičkog instituta" Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti. Prva sjednica tog odbora održana je 23.VI 1950, na kojoj je za predsjednika izabran prof. dr. Željko Marković te članovi pododбора, razmatrane su pripreme i idejna zamisao institutskih objekata, prihvaćen je plan naučnih kadrova

Instituta i zaključeno da se 8 stručnjaka uputi na specijalizaciju u inozemstvo na godinu dana.

Rješenjem Predsjednika vlade NR Hrvatske br. 1540-1951. od 5.III 1951. osnovana je pri Predsjedništvu vlade NRH građevna uprava za izgradnju Instituta za fiziku. Istim aktom imenovano je 6 članova ove uprave na čelu s direktorom ing. Hermanom Mattesom, a za predsjednika je izabran prof. dr Ivan Supek. Na prvoj sjednici uprave, koja je održana 20.III 1951. donijet je perspektivni program Instituta i određeni su objekti koje treba izgraditi u g. 1951. Zaključeno je da se rad Instituta odvija u okviru četiriju odjela i to: Teoretska fizika, Nuklearna fizika I (generatori s elektronikom), Nuklearna fizika II (metode motrenja) i Molekularna fizika. Od polovice listopada 1951. g. Institut dobiva ime "Rudjer Bošković".

Objekti pod nazivima I i II krilo, te radionice i drugi neki pomoćni objekti, građeni su od 1950. do 1954. a III i IV krilo, te zgrada ciklotrona od 1953. do 1958. godine. Projekte je izradio Projektni biro "Ostrogović" Zgb, a građevinske radove je izvelo poduzeće "Novogradnja" iz Zagreba.

Predsjedništvo Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti prihvaća i odobrava 21.V 1952. Privremeni pravilnik Instituta za fiziku "Rudjer Bošković" kao naučne ustanove Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti. Zadatak je Instituta prema tom Pravilniku "... da se bavi naučnoistraživačkim radom na području eksperimentalne i teoretske fizike, a osobito na području atomske fizike", a imao je ove organe: Vijeće Instituta (koje sačinjavaju svi naučni radnici Instituta iznad položaja asistenta), predsjednika i potpredsjednika Vijeća, te tehničkog direktora Instituta. Osnovne jedinice su laboratoriji i seminari koji mogu biti povezani u odjele. Na temelju Privremenog pravilnika izabran je na konstituirajućoj sjednici 30.V 1952. za predsjednika Vijeća prof. dr Ivan Supek, za potpredsjednika vijeća prof. dr Mladen Paić, za tehničkog direktora inž. Herman Mattes. Na toj sjednici izabrani su i pročelnici četiriju odjela: Teoretska fizika-prof. dr

istraživačkog rada na kojima Institut ostvaruje svoj zadatak. Savjet je konstituiran 30.III 1966. Za predsjednika je izabran dr Veljko Radeka. Zatim su birani predsjednici ovim redom: 30.IX 1966. dr Antun Han, 1.IV 1967. dr Vlatko Silobrčić, 16.IV 1968. prof. dr Božo Težak i 21.III 1969. prof. dr Nikša Allegretti. Naučno vijeće konstituirano je 13.VII 1966. Za predsjednika je izabran prof. dr Zlatko Janković. Na temelju natječaja imenovan je za direktora dr Vinko Škarić koji je preuzeo dužnost 27.V 1966. Pomoćna tijela su naučni odbori odjela koje sačinjavaju pročelnik odjela i svi voditelji laboratorija, te savjeti sektora (tehničkog i administrativnog). Odluke o kadrovskim pitanjima koje je do tada donosio Upravni odbor donosi od 13.VI 1968. novoosnovani Odbor za kadrove sastavljen od sedam članova imenovanih od strane Savjeta:

Prema Statutu iz g. 1966. zadatak je Instituta da naučnim metodama i postupcima istražuje, proučava i rješava probleme iz područja fizike, elektronike, kemije i biologije, a naročito iz interdisciplinarnih oblasti da pronalazi mogućnosti i oblike primjene naučnih dostignuća u praksi i da odgaja i obrazuje za to potrebne kadrove. U ostvarivanju tog zadatka osnovna je djelatnost Instituta:

- a) naučnoistraživački rad na području osnovnih nauka, uključujući nuklearne nauke, kao baza za primijenjena istraživanja i za odgoj kadrova;
- b) primijenjena istraživanja i primjena naučnih rezultata i metoda u modernoj proizvodnji i privredi, uključujući nuklearnu energetiku;
- c) osposobljavanje istraživača i stručnjaka za rad u ovim područjima, naročito za potrebe organizacija izvan Instituta.

Na temelju referenduma, Institutu je pripojen 1.1 1969. Institut za biologiju mora Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti u Rovinju, pa

Ivan Supek, Fizika I-prof. dr Mladen Paić, Fizika II-prof. dr Vatroslav Lopašić i Kemija-dr Krešimir Balenović. Nakon odlaska dotadašnjeg tehničkog direktora inž. Hermana Mattesa Vijeće Instituta na svojoj sjednici od 17.VII 1953. izabire za tehničkog direktora Velimira Novaka.

Knjižnica Instituta se osamostaljuje i Vijeće 4.XI 1953. donosi Poslovnik Knjižnice.

Vijeće Instituta utvrđuje 7.IX 1954. organizaciju prema kojoj Institut, umjesto dotadašnjih odjela, ima slijedeće grupe: teoretsku, nuklearno-strukturnu, neutronska, visokoenergetsku, elektroničku, spektralno-strukturnu, fizičko-kemijsku, radio-izotopnu i ciklotronsku, te opće servise (pod koordinacijom odborom). Institut ima također Upravu, radionice i biblioteku.

U to vrijeme Institut je bio gotovo isključivo orijentiran na nuklearni program. Komisija za pomoć u naučnim istraživanjima FNRJ odobrila je da se za nenuklearni program utroši samo 5% odobrenih financijskih sredstava.

Interdisciplinarnost u Institutu zastupljena je od samih početaka. Vijeće Instituta na sjednici od 7.IX 1954, raspravljajući o reorganizaciji, zauzelo je stav da se u Institutu razvijaju i druga istraživanja osim onih financiranih od Komisije za pomoć u istraživanjima FNRJ. Kod toga se naročito mislilo na kemijsko-biološka istraživanja koja do tada nisu bila obuhvaćena programom. Općenito je zauzet stav da sva istraživanja u Institutu, bez obzira na izvor financiranja, moraju činiti jednu cjelinu.

Na temelju rješenja Saveznog izvršnog vijeća, R.p. br. 138 od 30.IV 1955, Institut se izdvaja iz sastava Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti i postaje ustanova sa samostalnim financiranjem. Prema tom rješenju zadatak je Instituta da vrši istraživanja u oblasti nuklearnih nauka i nuklearne energije. Stručnim radom upravlja Upravni odbor, a članove imenuje i razrješava Savezna komisija za nuklearnu energiju iz reda naučnih suradnika Instituta i drugih osoba. Administrativnim poslovima rukovodi direktor kojeg postavlja i razrješava Savezna komisija za nuklearnu energiju. Novi Pravilnik

o radu Instituta "Rudjer Bošković" prihvaćen je 30.V 1955. Konstituiran je Upravni odbor od 15 članova, a za njegovog predsjednika izabran je prof. dr Ivan Supek.

Upravni odbor donosi 14.IX 1956. Pravila Instituta "Rudjer Bošković". Po tim Pravilima osnovni zadatak Instituta je da vrši istraživanja u oblasti nuklearnih nauka i nuklearne energije, kao i njihovih primjena. Institut ostvaruje svoj zadatak:

- naučnim i stručnim istraživanjima i objavljivanjem drugih naučnih poslova u oblastima svoga rada;
- obradom postignutih rezultata u toku i po završetku istraživanja;
- održavanjem obaveznih kolokvija i predavanja o naučnom radu koji se obavlja u Institutu;
- objavljivanjem radova izradjenih u Institutu;
- izobrazbom naučnih i stručnih radnika;
- izgradjivanjem, održavanjem i usavršavanjem svojih uređaja, postrojenja i drugih pogona.

Pravilnik iz 1956. utvrđuje slijedeće organe Instituta: Upravni odbor koji upravlja radom Instituta, Naučni savjet koji rukovodi naučnim radom Instituta, i direktor koji neposredno rukovodi radom Instituta. Članove Upravnog odbora bira i razrješava, kao i do tada, Savezna komisija za nuklearnu energiju. Za predsjednika Upravnog odbora izabran je Nikola Sekulić, potpredsjednik Sabora SRH. Naučni savjet sačinjavaju: članovi koje imenuje Savezna komisija, zatim pročelnici grupa, šefovi laboratorija, naučni sekretar i direktor. Nakon konstituiranja Naučnog savjeta, polovicom 1957. g. za predsjednika je izabran prof. dr Ivan Supek.

Institut se u to vrijeme organizaciono dijeli na: Naučni sektor (18 odjela), Naučni sekretarijat (Knjižnica i Centralni fotolaboratorij),

Tehnički sektor (Konstrukcioni ured, Priprema rada i 8 radionica) i Upravni sektor (4 odjela). Odjeli Naučnog sektora su: Reaktorski, Akceleratorski, Teoretski, Nuklearne fizike I i II, Visokoenergetski, Elektronički, Kemijske fizike, Fizičko-kemijski I i II, Radioizotopni I i II, Biokemijski I, II, III i IV, Biološki te Zaštita od zračenja. Na čelu Odjela su pročelnici, odnosno šefovi.

Na temelju Zakona o organizaciji naučnog rada za godinu 1957. Institut donosi 24.VI 1959. Pravila Instituta "Rudjer Bošković". Po tim Pravilima, i kasnijim dopunama, Institut ima slijedeće organe: Savjet (sastav: 10 članova koje imenuje Savezna komisija za nuklearnu energiju i 10 članova izabranih od strane kolektiva te direktor kao član po položaju), Upravu (sastav: 7 članova koje bira Savjet i direktor kao član po položaju) i direktora (postavlja ga Savezna komisija za nuklearnu energiju iz redova naučnih radnika). U to vrijeme formira se i Naučni odbor (5 do 7 članova, koje imenuje Savjet) na čelu s predsjednikom prof. Ivanom Supekom. Savjet je konstituiran 29.IV 1959. i za predsjednika je izabran Nikola Sekulić. Istog dana formiran je Kolegij Instituta, kao savjetodavno tijelo Savjeta. Sačinjavaju ga: direktor, rukovodioci naučnih oblasti i pomoćnik direktora. Vijeće pročelnika sačinjavaju: direktor, pročelnici odjela svih naučnih oblasti i šef Tehničkog sektora. Za direktora je postavljen 1.I 1959. prof. dr Tomo Bosanac. Uprava je konstituirana 15.XI 1962.

U 1960. godini naučnoistraživački sektor obuhvaćao je 15 odjela i bio je organiziran na slijedeći način: A) Fizika: odjeli teoretske fizike, nuklearne fizike I i II, te kemijske fizike; B) Elektronika i akcelerator: odjeli elektronike i akceleratora; C) Kemijska: odjeli radioizotopa I, fizičke kemije te strukturne i anorganske kemije; D) Biologije i biokemije: odjeli radioizotopa II, biokemije I i II, biokemijske tehnologije, biologije i radiobiologije. Odlukom Savjeta od 25.X 1960. ukinut je dotadašnji odjel kemijske fizike. Umjesto njega formirana su dva nova odjela: atomske i molekularne fizike, te fizike čvrstog stanja.

U godini 1963. naučni sektor ima sedam naučnih odjela: Teoretska fizika, Nuklearna i atomska istraživanja, Čvrsto stanje, Elektronika, Fizička kemija, Organska kemija i biokemija, te biologija. Svaki odjel ima svoj naučni odbor. Izbor članova prvih naučnih odbora Odjela izvršen je 26.III 1963. Osim toga postoji Služba zaštite od zračenja i Služba dokumentacije, te Tehnički i Administrativni sektor. Od 4.XII 1963. predsjednik Savjeta je Milan Mesarić, član Izvršnog vijeća NRH.

Na temelju odredaba novog Ustava iz g. 1963. o samoupravljanju i Osnovnog zakona o organima upravljanja u ustanovama iz g. 1964. postoje u Institutu dva organa upravljanja: Savjet (15 članova bira kolektiv, a određeni broj predstavnika imenuje Savezna komisija za nuklearnu energiju) i Upravni odbor (6 članova bira Savjet, a direktor je član po položaju). Direktor rukovodi poslovanjem Instituta. Savjet je konstituiran 19.X 1964, za predsjednika je izabran prof. dr Zlatko Janković. Upravni odbor je konstituiran 22.X 1964, za predsjednika je izabran dr Vinko Škarić.

Ova organizacija bila je do 1966. kada je 30.V 1966. Savjet donio Statut Instituta "Rudjer Bošković", u skladu s Ustavom iz 1963, Općim zakonom o organiziranju naučnih djelatnosti iz 1965. i Zakonom iz 1965. o uskladjivanju s Ustavom propisa o ustanovama koje su osnovali Savezni organi. Po tom Zakonu djelatnost Instituta je od posebnog društvenog interesa, a nadzor nad zakonitošću rada Instituta obavlja Savezni savjet za koordinaciju naučnih djelatnosti. Od tada su organi upravljanja Instituta: Savjet, kao najviši organ upravljanja, sastavljen od 15 biranih članova od strane kolektiva i od određenog broja društvenih predstavnika imenovanih od strane organa odnosno organizacija koje odredi Savezno izvršno vijeće; zatim Naučno vijeće, sastavljeno od 15 članova (osam biranih članova od strane naučnih radnika i svi pročelnici odjela); Upravni odbor (sedam članova i direktor, kao član po položaju) i direktor kojeg imenuje Savjet u suglasnosti sa Saveznim izvršnim vijećem s time da za direktora može biti imenovan naučni radnik kojega naučnoistraživački rad odgovara jednom od područja naučno-

istraživačkog rada na kojima Institut ostvaruje svoj zadatak. Savjet je konstituiran 30.III 1966. Za predsjednika je izabran dr Veljko Radeka. Zatim su birani predsjednici ovim redom: 30.IX 1966. dr Antun Han, 1.IV 1967. dr Vlatko Silobrčić, 16.IV 1968. prof. dr Božo Težak i 21.III 1969. prof. dr Nikša Allegretti. Naučno vijeće konstituirano je 13.VII 1966. Za predsjednika je izabran prof. dr Zlatko Janković. Na temelju natječaja imenovan je za direktora dr Vinko Škarić koji je preuzeo dužnost 27.V 1966. Pomoćna tijela su naučni odbori odjela koje sačinjavaju pročelnik odjela i svi voditelji laboratorija, te savjeti sektora (tehničkog i administrativnog). Odluke o kadrovskim pitanjima koje je do tada donosio Upravni odbor donosi od 13.VI 1968. novoosnovani Odbor za kadrove sastavljen od sedam članova imenovanih od strane Savjeta:

Prema Statutu iz g. 1966. zadatak je Instituta da naučnim metodama i postupcima istražuje, proučava i rješava probleme iz područja fizike, elektronike, kemije i biologije, a naročito iz interdisciplinarnih oblasti da pronalazi mogućnosti i oblike primjene naučnih dostignuća u praksi i da odgaja i obrazuje za to potrebne kadrove. U ostvarivanju tog zadatka osnovna je djelatnost Instituta:

- a) naučnoistraživački rad na području osnovnih nauka, uključujući nuklearne nauke, kao baza za primijenjena istraživanja i za odgoj kadrova;
- b) primijenjena istraživanja i primjena naučnih rezultata i metoda u modernoj proizvodnji i privredi, uključujući nuklearnu energetiku;
- c) osposobljavanje istraživača i stručnjaka za rad u ovim područjima, naročito za potrebe organizacija izvan Instituta.

Na temelju referenduma, Institutu je pripojen 1.1 1969. Institut za biologiju mora Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti u Rovinju, pa

je u vezi s tim osnovana u Institutu nova jedinica - Centar za istraživanje mora, kao osmi odjel Naučnog sektora, sa 6 laboratorija i drugim jedinicama koji su locirani dijelom u Zagrebu, dijelom u Rovinju, a dijelom su tzv. "mosni laboratoriji" sa suradnicima i u Zagrebu i u Rovinju.

Tekst pripremio

dr Aleksandar Vrbaški

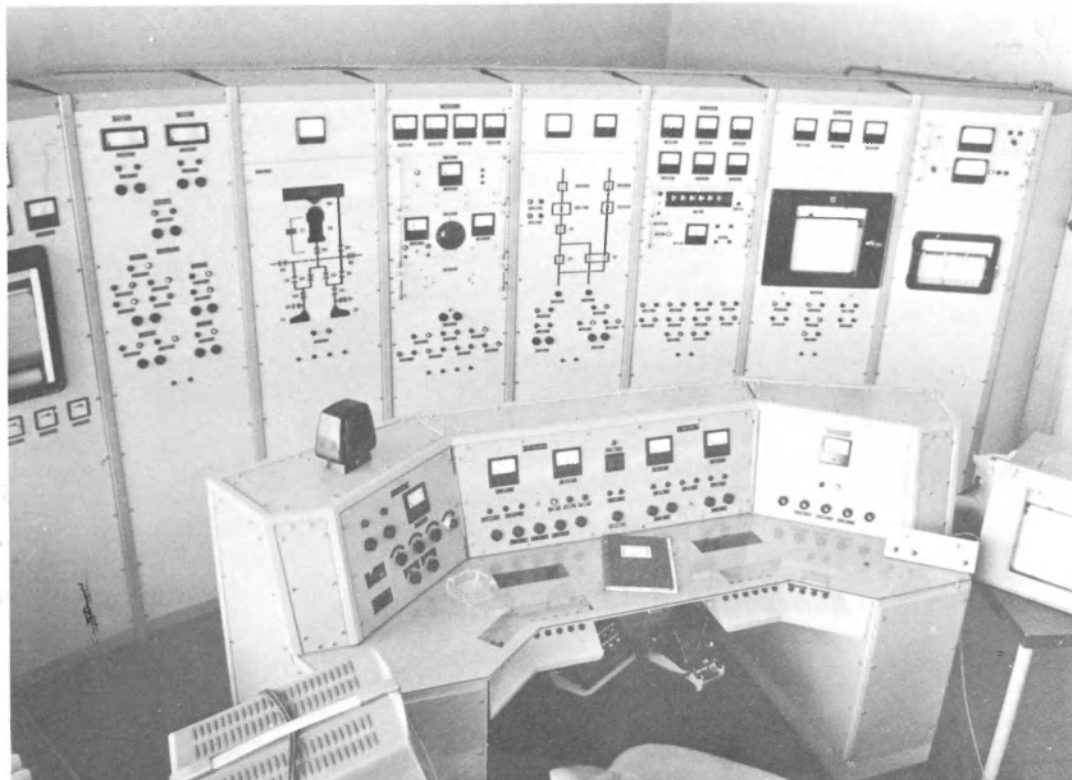
* * *



PREDSJEDNIK TITO KOD MAKETE CIKLOTRONA



DETALJ INSTITUTSKIH ZGRADA



UREĐAJI KOMANDE CIKLOTRONA



NEUTRONSKI GENERATOR — AKCELERATOR 20 keV

N i k š a A l l e g r e t t i

*POLOŽAJ INSTITUTA "RUDJER BOŠKOVIĆ"
U RAZVOJU NAŠE ZNANOSTI*

Vrlo je staro shvaćanje da ljudski rad postaje daleko djelotvornijim ako se temelji na znanju i umijeću. S druge strane, jednako tako povećanje djelotvornosti ljudskog rada omogućuje čovjeku i sili ga da posegne za novim znanjem, da ga stvara znanošću. Taj zatvoreni krug međusobnog utjecaja znanosti i stvaranja dobara ima za posljedicu gotovo podjednak rast obaju, i nedvojbeno je da ni jedan od njih ne može od drugoga odskočiti. Ovakav pogled na spregu znanosti i proizvodnosti ne dozvoljava nam da ih odjelito promatramo, niti da se odnosimo posebno prema svakoj od ovih djelatnosti čovjeka. Znanje namaknuto putem znanosti utkano je u proizvode ljudskih ruku, a ovi sa svoje strane guraju znanost naprijed. Količina znanja čovječanstva stvara se znanstvenim istraživanjem, ovo se prilagođuje postupno sve više primjeni dok ne dosegne stupanj najveće prilagodljivosti i mogućnosti upotrebe u proizvodjenju i namicanju dobara. Upravo zbog toga često se pokušava iz neznanja, pa i namjerno, zaobići stupanj znanosti u ovom krugu do stvaranja dobara. Ne znači da pri svakom stvaranju dobara mora postojati na istom mjestu, u istoj zemlji, taj kompletan krug, ali će kompletnih krugova biti to više što je razvijenost sredine veća, i obrnuto. Sigurno je da se mnogo toga može u ovom krugu zaobići ako promatramo odvojeno samo jedan od mnogih proizvodnih stvaranja, ali negdje na ovom globusu ipak se nalazi i taj dio kruga.

Kao što konačni produkt ima svoju vrijednost, tako imaju svoju vrijednost i svi dijelovi ovog kruga znanost - stvaranje dobara, i svjedoci smo kako se sve to može kupiti i prodati. Ako negdje nešto nedostaje, onda se kupiti mora, pa danas i znanje stvoreno znanstvenim istraživanjima predstavlja dobro koje ima poznatu vrijednost utkanu u konačan proizvod.

Ako se složimo s ovim što smo unaprijed rekli, onda postaje jasno da znanost nije ukras, ali se ne može ni namiriti i biti dijelom viška rada, ona se javlja kao proizvođač i stvaralac tog viška rada. Ako je položaj znanosti samo u dijelu viška rada, onda znanstveni radnici dolaze u najamni odnos koji se danas u svijetu uveliko zloupotrebljava. Kako drukčije možemo shvatiti znanstvene radnike koji pridonose stvaranju strašnih sredstava za uništenje ljudskog rada, nego da su u položaju najamnika, u položaju gdje znanstveni rad nije neovisna djelatnost, nije dio procesa namicanja dobara, već djelatnost ovisna i u službi proizvodnih ciljeva koji nisu uvijek (kao i pri stvaranju razornih sredstava) ni poštení, ni ljudski. Dakle, znanstvena djelatnost mora biti neovisna, podvrgnuta svojim unutarnjim zakonima kretanja i kao takva traži da bude u ukupnoj društvenoj djelatnosti vrednovana.

Medjutim, znanost ima "nedostatak" da je većini ljudi nerazumljiva i nedostupna, "proizvodni proces" u znanosti je osebujan, promatraču izvana često čudan i nejasan. To dovodi do toga da taj promatrač izvana, taj konačan proizvodjač dobara i ne vidi gdje se sve znanost uplela u njegov svakodnevni rad i život.

Znanost ide svojim unutarnjim zakonima bez kojih ona nije to što jest. Novčane injekcije samo mogu ubrzati njen ritam, ali svakom pokušaju da ju se umjetnim i nasilnim ogradama nekamo skrene ona se s lakoćom odupre. Toga su bili sigurno svjesni prvi znanstveni radnici kojima je

palo u dio da pokrenu Institut "Rudjer Bošković". Sigurno je da ondašnjoj administraciji nije bila namjera stvoriti ovakav institut, ali je stvoren. Već gotovo od početka Institut "Rudjer Bošković" je pod paljbom da se u njemu uzgajaju samo osnovne znanosti, da se spoznaje namaknute u njemu ne daju upotrijebiti, da je premalo "okrenut privredi", a on se unatoč tome tvrdokorno opire, prošet uvjerenjem svojih suradnika da je znanost ipak potrebno najprije stvoriti da bi ju se moglo primijeniti. Svršetkom drugog svjetskog rata bili smo svjedocima teškog i zaostalog znanstvenog i privrednog nasljedja oslobođene domovine, koja je uz to bila i ratom opustošena. Narodna privreda između dva rata oblikovana je tako da bude ovisna o znanstvenim i projekantskim centrima u tudjini, a domaća znanost i Sveučilište trebali bi udovoljiti uglavnom zahtjevu kontrole proizvoda. Jasno je da su i porodjajne muke i razdoblje sazrijevanja i znanosti i narodne privrede duži od jedne generacije koja se našla da uredi i jedno i drugo. Više-manje od žita je nicala znanost i mlada industrija, oboje bez nekih temelja, bez tradicije. Znanosti je bila potrebna latencija dok se uhoda, a mlada industrija je mislila da može bez ovakve znanosti i da joj je dostatna onakva predratna, možda nešto povećana.

Medjutim, vrijeme odmiče, a za znanost - onu koja bi morala stajati u temeljima proizvodnje dobara, nema razumijevanja, pa je gotovo dva decenija na polju unapredjenja znanosti stajao samo nuklearni program. Nastao je kao pomoćni program pod dojmovima neograničene snage nuklearne energije, a s ciljevima za koje nismo uvijek sigurni da su poštivali načelo "znanost za dobrobit čovječanstva". Ovaj naš Institut, od svojih pokretača zamišljen kao mjesto uzgajanja temeljnih prirodnih znanosti, vješto se odupro svim nasrtajima na taj njegov tok, ustrajući da ostane na polju namicanja znanstvenih spoznaja. On je to radio u

dubokom uvjerenju da će i mlada industrija sazoriti i naći u takvom radu Instituta podlogu za svoj daljnji razvitak i svoje postupno oslobađanje od kupnje iskustava znanstvenih spoznaja iz tuzemstva. Iako svega 20-godišnjak, Institut je prošao kroz mnoge nedaće i kroz mnoga trvenja i borbe da se održi onakav kakav jest da bi jednog dana, konačno shvaćen i vrednovan kao koristan u društvu, dobio punu afirmaciju. Obrisu potonjega već se dobro naziru, i očito je da će ovakva naporna akcija Instituta u našem samoupravnom društvu to u cjelosti postići.

Zanemarivanje znanosti trajalo je u nas gotovo dva poratna desetljeća tako da je nastojanje da se razvije primjena nuklearne energije bilo jedini pokušaj da se oblikuje sustavni rad na njenom unapređenju. Iako se možemo ne slagati s neizrečenim motivima forsiranja upravo ovih istraživanja, svjesni smo da ovo predstavlja jedino što kako-tako pokriva jaz našeg zaostajanja za napretkom znanosti i njene primjene u svijetu. Jasno je da je Institut "Rudjer Bošković" u takvu poslanstvu morao djelovati tako da bude otvoren, da djeluje i izvan svog plota, da podiže sredinu u kojoj djeluje. To nije bilo moguće kroz čitavo vrijeme njegove kratke povijesti. Administrativno zatvaranje i administrativna kuratela bila je jaka, ali je težnja za iskrenim i otvorenim znanstvenim radom bila jača pa se izdržalo.

Danas možemo reći da moramo biti zadovoljni što imamo ovakav Institut u Hrvatskoj. Razvitkom samoupravljanja, kojega je rezultat i decentralizacija izvora financiranja znanosti u zemlji, otpadaju i posljednji razlozi zatvorenih instituta. Njegova upotrebljivost za razvitak naše industrije ide srazmjerno razvitku obaju. Ulaskom u Sveučilište još će se dalje ispoljiti uloga Instituta u odgoju mladih učenjaka. Svestrano ispreplitanje aktivnosti Sveučilišta i narodne privrede otvara Institutu u okviru Sveučilišta mogućnost okupljanja sveučilišnih stremljenja

u razvitku prirodnih znanosti. Integracijom mnogih znanstvenih pogona dobija se nova kvaliteta, čemu moramo težiti ako želimo da na svjetskom planu zaigramo ulogu primjerenu veličini i kulturnoj i privrednoj snazi zemlje. Ovakav razvitak i sadašnji položaj Instituta "Rudjer Bošković" u Hrvatskoj, i u jugoslavenskoj zajednici, nedvojbeno otvara mogućnosti uklapanja u domaće, u međunarodne tokove kretanja znanosti i privrede.

* * *

B o ž o T e ž a k

SVJETLA I SJENE KOD IZGRADNJE I RAZVOJA
INSTITUTA "RUDJER BOŠKOVIĆ"

Imamo momenata vrlo odlučnih za stanje i razvoj kako ustanove, uže ili šire društvene zajednice, tako i pojedinaca, koji momenti ulaze u psihološku i sociološku sferu, pa se relativno teško otkrivaju. Nekada, u smirenija vremena, bio je običaj da se prilikom osnivanja svake veće javne zgrade ili institucije izda i neki spomen-spis u kojem se nalaze motivi, programi, radni i tehnički, nacrti i opisi tako da to može poslužiti ne samo za historiju, već i za sasvim konkretne tehničke, organizacione i operativne svrhe. Takva vrlo korisna praksa danas je sve rjedja, a posljedice su sve teže: izbjegavajući sumiranje značajnih iskustava ponavljaju se mnoge, više puta i nedozvoljene, a i sudbonosne pogreške. Zato prilikom 20-godišnjice našeg najvećeg znanstvenog instituta u Hrvatskoj, vjerojatno neće biti suvišno iznijati neka, velikim dijelom, subjektivna zapažanja koja, međutim, imaju vezu s objektivnim pokazateljima u cjelokupnoj strukturi, a nerijetko i u elementima zgrada te opreme Instituta "Rudjer Bošković".

Iako se i kod nas, kao i u gotovo cijelom svijetu stalno ponavljaju priznanja o odlučnoj ulozi znanosti i istraživanja, rijetko kada se nailazi na jasan pogled i konkretne konzekvence u izgradjivanju onog društvenog podsi-stema koji bismo mogli označiti znanstvenim.

Takva dezorijentacija mnogo češće se nalazi u nerazvijenim zemljama, a možda je najsudbonosnija u malim, heterogenim i polurazvijenim sredinama među koje možemo ubrojiti i našu zemlju. Takodjer, odrazi cijelog niza kritičnih situacija, koje znače uspone i padove, mogu se otkriti u tom periodu od 2 decenija života našeg Instituta. Premda je ovaj Institut začet u vremenu kad su već bili objavljeni gotovo svi važni podaci o značenju, mogućnostima, te potrebnim ulozima snaga i sredstava za postizavanje nekih konkretnih rješenja na području čistih i primijenjenih znanosti uopće, a nuklearnih nauka napose, kod nas smo još dugo nailazili, a vjerojatno i danas nailazimo na vrlo očigledne pojave nesvjesne i svjesne dezorijentacije. U takvoj mješavini znanja i neznanja vjerojatno su stvorene i prve odluke o našem angažmanu na području nuklearne energije, ili kako se to kod nas želilo unatrag kojih deset ili pet godina posebno naglasiti - nuklearne energetike. Da bismo potakli ozbiljniju raspravu, možda će poslužiti i nekoliko prigodnih napomena o atmosferi ili općoj klimi koja je prethodila osnivanju, koja se osjećala za vrijeme izgradnje, i koja je prisutna i danas u životu Instituta. U tom smislu je i podijeljen ovaj prikaz.

Osnivanje i razdoblje 1950-1965.

Da su ratovi, prvi i drugi svjetski rat, naglasili odlučno značenje znanosti u borbi na život i smrt, potvrdile su akcije oko osnivanja širokih, zemaljskih ili državnih organizacija za naučni rad. Iz prvog svjetskog rata izlaze Department of Scientific and Industrial Research Velike Britanije, te National Research Council SAD-a, dok se druge pretvaraju u neke slične trajnije oblike šire znanstvene organizacije, kao npr. Akademije nauka u SSSR-u i CNRS u Francuskoj. Poslije drugog svjetskog rata skoro da nalazimo inflaciju sličnih organizacija u svim zemljama civiliziranog svijeta. Kod nas je samo stvorena dilema o

ulozi univerziteta i akademija, a tek 1957. stvorena je adekvatna zakonska baza za oficijelne organizacije znanstvenog rada. Ipak, izazov s paljenjem nuklearne vatre našao je i kod nas odjeka, i to tim više što je bila općenito zapažena uloga rada Pavla Savića i Irene Joliot-Curie u otkrivanju nuklearne fisije. Odmah iza rata Pavle Savić se spominje kao "Paja-Bomba", pa nije bila daleka misao da se i naša zemlja pokuša priključiti traženju puta i načina za dobivanje nuklearnog oružja. Teško je reći do kolikog otriježnjenja dolazi kada se osniva prvi nuklearni institut u Vinči, ali je sigurno da je Boris Kidrič bio svjestan odgovornosti za pokušaj mobilizacije cjelokupnog našeg znanstvenog potencijala, pokrenuvši osnivanje i još drugih dvaju instituta, lju-
bljanskog i zagrebačkog. U razdoblju od 1949. do 1955. dolazi do malo jasnijeg profila za institute koji su od 1955. administrirani od Savezne komisije za nuklearnu energiju, i to Instituta "Boris Kidrič", Instituta "Jožef Stefan", Instituta "Rudjer Bošković" te Zavoda za nuklearne sirovine. Samo, do današnjeg dana nije se razvila odredjena koncepcija o ulozi i značenju tih naših najvećih instituta, pa se to očituje i u njihovom položaju prema cjelokupnom unutarnjem i vanjskom, dakle i svjetskom, znanstvenom dispozitivu.

U početku je opća orijentacija na području nuklearne energije skoro isključivo prema fizici, ne vodeći računa da je problematika praktične konstrukcije nuklearnih reaktora prvenstveno vezana na kemijsku tehnologiju i metalurgiju, stavljajući svakako uz fiziku u prvi plan kemiju, biologiju, elektroniku i razne primjene tih disciplina. Zato u 1952. godini imamo malu prekretnicu kada se otpočinje u okviru Instituta "Rudjer Bošković" s gradnjom tzv. kemijskih paviljona koji samo zbog energične intervencije SR Hrvatske nalaze svoje mjesto u općem okviru savezne administracije za nuklearnu problematiku. Biologija još više kasni i nekako je manje-više u nuklearnom programu tek 1958.

Može se reći da tek žalosni događaj s tzv. nultim reaktorom 1959. dovodi do svijesti koliko ima diletantizma u koncepciji i u radu na "osvajanju" teorije i prakse na području nuklearnih znanosti, ali umjesto da dodje do temeljite revizije planova i programa, u prvi plan se tada postavlja nuklearna praksa, zanemarujući činjenicu da bi za zaista uspješnu našu praksu na tom području bilo potrebno ulagati oko deset puta više sredstava. Izgleda da ni danas, kao ni prije deset godina, nisu još dovoljno razjašnjene svrha, te moguća dubina i širina našeg učešća u znanstvenom istraživanju i razvoju na nuklearnom području. Dilema: Big Science - Little Science, kod nas još nije našla adekvatnu analizu.

Uz sve to Institut "Rudjer Bošković" je odmah od početka bio smatran i od glavnog nosioca Ivana Supeka, te skoro svih početnih suradnika, kao zajednička interdisciplinarna baza za proširenje znanstvene, a djelomice i primijenjene istraživačke djelatnosti na Sveučilištu u Zagrebu, a osobito na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu. Premda je ta simbioza praktički bila vrlo izrazita, činjenica je da su formalne, a i druge zapreke učinile da su to i danas odijeljene ustanove koje su jače povezane samo personalnim dvostrukim angažmanima.

Razlike u shvaćanjima, iskustvima i tendencijama, sasvim neovisno od zbrke na federalnoj razini, pojavljivale su se od samog početka i u samom Institutu "Rudjer Bošković", kao i u široj zagrebačkoj, znanstvenoj i stručnoj sredini.

Ponajprije se pojavljuje kao bazični nosilac u formalnom smislu Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti, gdje je vodstvo, intimno, osim Ž. Markovića, protiv Instituta. Sama Akademija je duboko uvrijeđjena ishodom rasprave o ulozi Akademije i Sveučilišta, tako da neki suradnici na izgradnji Instituta "Rudjer Bošković" moraju ostati kroz godine anonimni ili ilegalni. U samom krugu suradnika, koji su nosioci organizacionih i tehničkih koncepcija,

rasprave, zajedno s arh. K. Ostrogovićem, vrlo često završavaju s kompromisima koji se kasnije osvećuju. Teškoće su i u različitim pristupima fizičara i kemičara, a i među samim kemičarima. Dok neki imaju iskustva u gradjenju laboratorija i u razradjivanju organizacione problematike znanstvenog rada, drugi su improvizatori ili prenosnici nekih uzora koji sigurno, sa stanovišta suvremenog razvoja, ne bi mogli biti smatrani adekvatnima. Tako dolazi do mnogih polovičnih rješenja koja u općoj nesigurnosti finansiranja, osobito iza 1965. pokazuju izrazite negativne efekte. Ti efekti osjećaju se ne samo u gradnji, prostoru, opremi, organizaciji, već i u duhu, mentalitetu znanstvenih i stručnih radnika. Općenito, u prvom periodu, do 1960, izrazita je komponenta u razvoju Instituta, nakon što je 1955. izašao iz okvira Jugoslavenske akademije te prešao pod Saveznu komisiju za nuklearnu energiju, bojažljivo približavanje Sveučilištu. To se očituje prvenstveno u preuzimanju pionirske uloge oko uvođenja postdiplomskih studija, ali - opet - izvan formalnog univerzitetskog okvira. Nastupom tzv. "inženjerske" faze od 1960. do 1965. kolektiv Instituta se pokušava osloboditi diktata Savezne komisije za nuklearnu energiju koji su vrlo često produkt posebnih računica. Zbog toga i dolazi do značajnijeg razvijanja organa samoupravljanja. Kad je taj pritisak popustio, a nastupila kriza u orijentaciji prema izvorima finansiranja, Institut nije nastupio u našoj sredini prema svojim potencijalima i kapacitetom, te nije unio u našu znanstvenu sredinu one elemente koji su se od njega mogli očekivati.

Razdoblje 1965 - 1970.

Umjesto da se Institut uvrsti u iniverzitetsku mrežu kao nosilac izrazite istraživačke komponente u strukturi Sveučilišta, on se pojavljuje 1965. u sličnoj ulozi kao što su se pojavljivale akademije u razdoblju do 1950.: postavlja

se zahtjev sa samostalnom organizacijom postdiplomskog studija i istraživačkog rada. Taj zahtjev je odbijen i Institut je ostao izvan neposrednog univerzitetskog okvira.

Još dok se je raspravljalo o novom statusu Instituta, bilo je predloženo 1965. rješenje koje se može i danas smatrati kao perspektivno za budućnost ne samo Instituta već i Sveučilišta. Zato vjerojatno ima razloga da se taj prijedlog ovdje spomene u cijelini.

Razmatrajući relacije između Sveučilišta i Instituta "Rudjer Bošković", te smatrajući:

- /1/ da univerzitet u svojoj organizaciji mora da održi vrlo jasno definirane zadatke koje mu suvremeni razvoj civilizacije nameće;
- /2/ da među te zadatke valja staviti i zadovoljiti u punom smislu zahtjeve u pogledu:
 - a) odgoja,
 - b) nastave,
 - c) istraživačkog rada, i
 - d) posrednih i neposrednih službi užoj i široj zajednici;
- /3/ da se zadaci pod /2/ mogu izvršavati obuhvaćujući u skladno strukturiranu cjelinu diplomske i postdiplomske studente, doktorande i postdoktorande, univerzitetske asistente i nastavnike svih razina, disciplina i struka;
- /4/ da se u organizaciji istraživačkih radova koji imaju na svim razinama predstavljati bitnu karakteristiku univerzitetskog djelovanja, ponajviše pokazuju poteškoće u djelotvornoj koncentraciji, kolaboraciji, kooperaciji i koordinaciji na području istraživanja i raznih službi, jednako u odnosu na ljudske faktore kao i na investicije i radnu opremu;

- /5/ da dosadašnja struktura univerziteta u obliku samostalnijeg djelovanja fakulteta jedva zadovoljava zahtjevima izobrazbe akademskih stručnjaka diplomske razine;
 - /6/ da za postdiplomsku, doktorandsku i postdoktorandsku razinu mora postojati mnogo odredjenija organizaciona povezanost istraživača i organizacionih jedinica unutar univerziteta, pri univerzitetu i izvan univerziteta, nego što je to sada slučaj;
 - /7/ da osim fundamentalnog, usmjereno fundamentalnog, primijenjenog i razvojnog istraživanja imamo sve češće tzv. problemska ili misiona istraživanja, koja su orijentirana na rješavanje kompleksnih zadataka (mission ili problem oriented research);
 - /8/ da uz istraživanja koja su izrazite disciplinske orijentacije imamo danas izvanredno važne istraživačke pristupe tzv. interdisciplinskih orijentacija;
 - /9/ da je vrlo veliki broj upravo najvažnijih oblika pomoći univerziteta u rješavanju složenih problema suvremenog društva bitno povezan s djelotvornim sistemom postdiplomskog studija i istraživanja; i
 - /10/ da se znanstvena revolucija održava prvenstveno u nastojanjima oko prilagođavanja strukture univerziteta novim zahtjevima odgojnog, nastavnog, istraživačkog i operativnog karaktera za što veći broj pripadnika užih i širih društvenih zajednica.
- To sve čini podlogu da se pristupi osnivanju Fakulteta za postdiplomski studij i koordinaciju istraživačkih radova na Sveučilištu u Zagrebu (ukratko interfakulteta), ili odgovarajuće organizacije, koja funkcionalno povezuje znanstvena istraživanja i postdiplomske studije.

Neposrednim povodom za to može se uzeti potreba da se Institut "Rudjer Bošković" (dalje IRB) na pogodan način uključi u univerzitetski okvir, da se kod toga ne okrnji njegova uloga u okviru nuklearnog programa, kao i drugih zadataka.

Osvrt na našu situaciju

S obzirom na prethodnih 10 tačaka, bilo bi potrebno da se odlučno pristupi strukturiranju univerziteta, uključujući u skladan sistem niz organizacionih jedinica istraživačkog karaktera u našoj sredini, a od kojih IRB predstavlja jednu od naših najznačajnijih interdisciplinskih ili polivalentnih istraživačkih ustanova (uključujući fiziku, kemiju i biologiju, te usmjereno-fundamentalna, primijenjena, a djelomično i razvojna istraživanja).

U 20 godina svoga postojanja IRB se razvio u organizaciju koja u skladu s našim snagama i sredstvima sudjeluje u pomicanju istraživačkog svjetskog fronta na području nuklearne i opće fizike i kemije, te s njima povezane biologije, elektronike i tehnologije. Premda su projekti i programi rada IRB-a velikim dijelom od interesa za Saveznu komisiju za nuklearni program, ipak je nastajanje i već dosadašnje djelovanje IRB-a toliko usko povezano sa Sveučilištem i našom znanstvenom i stručnom operativom, da bi bilo potrebno osim deklarativnih formulacija i sporadičnih, uglavnom personalnih aranžmana za suradnju, uspostaviti funkcionalne organizacione veze trajnog karaktera.

Uz rješavanje pitanja odnosa IRB i sveučilišnih instituta valjalo bi istovremeno riješiti slične odnose Sveučilišta prema drugim istraživačkim dispozitivima privrede i druge operative.

Za kompleksne djelatnosti, koje su prije bile navedene, potrebno je osigurati organizacione preduvjete koji će

omogućiti da se svijesno i stalno nadopunjava ono što nemamo, a uz puno iskorištenje potencijala i kapaciteta s kojima raspolazemo.

Kod današnjeg stanja i uloge istraživačkih djelatnosti, a posebno znanosti u suvremenom društvu, u svakoj zemlji, a osobito u siromašnoj, postavlja se u prvom redu pitanje punog iskorištenja nauke u praksi. To je vrlo značajan zahtjev, ali da bi mu se moglo prići, potrebno je prije svega znati što u svijetu postoji, a uz to i kako se može nešto izvesti. Čini se da bi se postojanje IRB-a, sveučilišnih instituta i nekih drugih istraživačkih jedinica u našoj sredini moglo izvanredno iskoristiti baš za praktične naše potrebe u traženju najpovoljnijih informacija, instrukcija i motivacija, a to sve na način koji bi mogao značiti prekretnicu u našem univerzitetskom, stručnom, ekonomskom i političkom životu.

U analizi naših nedaća i slabosti svakako na prvo mjesto treba staviti našu nesposobnost u skupnom, kompleksnom djelovanju. Stalno se susrećemo s tendencijama separacije, partikularističkog i izoliranog pristupa u izvršenju raznih zadaća koje često ne mogu biti riješene ako im se ne pristupi s integracionih pozicija. Da se to promijeni, najvažniji je faktor upravo univerzitet. Na univerzitetu se sjedinjuju razne discipline, nauke i struke, sve u širokom rasponu od najviših i teoretskih, pa sve do najširih praktičnih zahvata. Međutim, kod nas, mi smo svjedoci upravo očigledne nemoći da se od fragmentarnih elemenata koji su predstavljeni izoliranim fakultetima i institutima sastavi toliko nama potreban univerzitet, koji bi uistinu bio sposoban da stvarno djeluje u smislu zakonskih i drugih deklaracija o neposrednoj i posrednoj službi znanosti i najviše nastave našem društvu.

Konkretna prijedlog

Da se pristupi strukturiranju i pogodnoj organizaciji Sveučilišta, predlaže se osnivanje Fakulteta za postdiplomski studij i koordinaciju istraživanja, tzv. Interfakulteta, ili neke druge adekvatne organizacije koja bi bila funkcionalno vezana na istraživačko djelovanje, kako sadašnjih fakulteta, tako i drugih istraživačkih organizacija u našoj sredini. Za ilustraciju temeljnih relacija koordinacionih tijela, operative i funkcija tog Interfakulteta može poslužiti priložena shema.

Iz sheme su vidljive karakteristike tog Interfakulteta koji bi predstavljao zajednicu sveučilišnih instituta (koji opet koordiniraju i nadopunjuju istraživački rad i postdiplomski studij pojedinih fakulteta za pojedine discipline), te polivalentnih instituta kao što je IRB, a uz to i drugih instituta za primijenjena i razvojna istraživanja unutar i izvan Sveučilišta.

Istraživačko, nastavno i stručno osoblje pripadalo bi gotovo u cjelini federiranim organizacionim jedinicama, a isto tako bi same te jedinice morale ugovarati i temeljne istraživačke projekte i na njima svojstveni način. Ipak, Interfakultet, sa svojim skupnim Savjetom, Vijećem (predlaže se da se na 20 istraživača bira po jedan predstavnik za Vijeće), Dekanatom i direkcijama, predstavlja trajan i, sigurno, mnogo djelotvorniji instrument za načelnu raspravu, evidenciju, uskladjivanje i provedbu svih onih zadataka koji se pojavljuju u sektoru postdiplomskog studija i istraživačkog dispozitiva bez kojega se i sam postdiplomski studij ne može zamisliti.

Interfakultet mora također i djelovati kao sabirna osnovica za investicije i organizacije interdisciplinskog, interprofesionalnog i uopće zamašnjeg, kompleksnog djelo-

vanja, a koje je kod nas nailazilo na gotovo nepremostive zapreke.

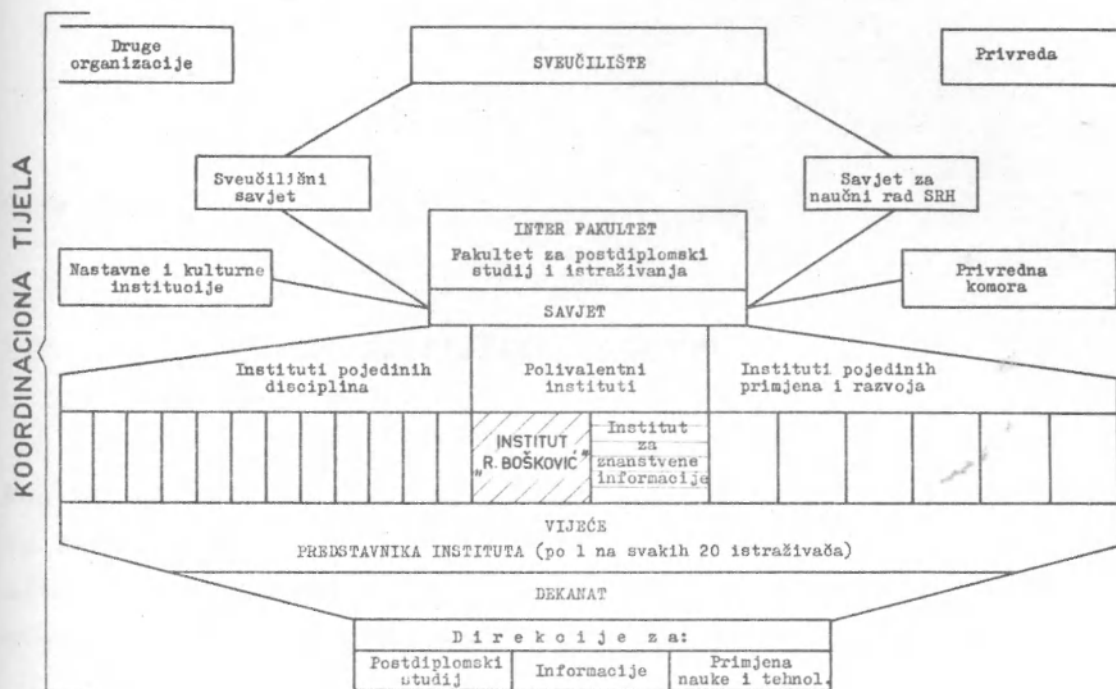
Očigledno, mnogi elementi u funkcioniranju Interfakulteta bit će novi, ili će opet tražiti prestrukturiranje onih koji sada djeluju. Mnogo toga mora preuzeti na sebe Interfakultet, što su do sada obradljivale razne komisije, ali bez potrebnog kontinuiteta i provedbenog aparata. Ipak, uglavnom, na Interfakultet se mogu najvećim dijelom neposredno primijeniti sve one zakonske i statutarne odredbe koje vrijede i za obične, naše dosadašnje fakultete, dok u pogledu istraživačkog rada i postdiplomskog studija Interfakultet vrši neke funkcije koje su bile karakteristične za sveučilišni senat ili upravu.

U ostvarenju takve organizacije bilo bi ponajprije potrebno da se izjasni Savjet Sveučilišta i Republički savjet za naučni rad, premda bi po zaključku odgovornih organa zainteresiranih organizacija bilo moguće uspostaviti odmah provizorno vijeće sveučilišnih instituta i IRB-a, koje bi nastavilo, ali u jednom daleko potpunijem obliku, rad dosadašnjih ad hoc kemija te raznih sveučilišnih i drugih zajednica i pripremilo sve što je potrebno za osnivanje i puno, što skorije, funkcioniranje skupne organizacije za postdiplomski studij i koordinaciju istraživačkog rada na Sveučilištu u Zagrebu.

/U prilogu/ Shema šireg sistema unutar kojeg mora djelovati Institut "Rudjer Bošković"

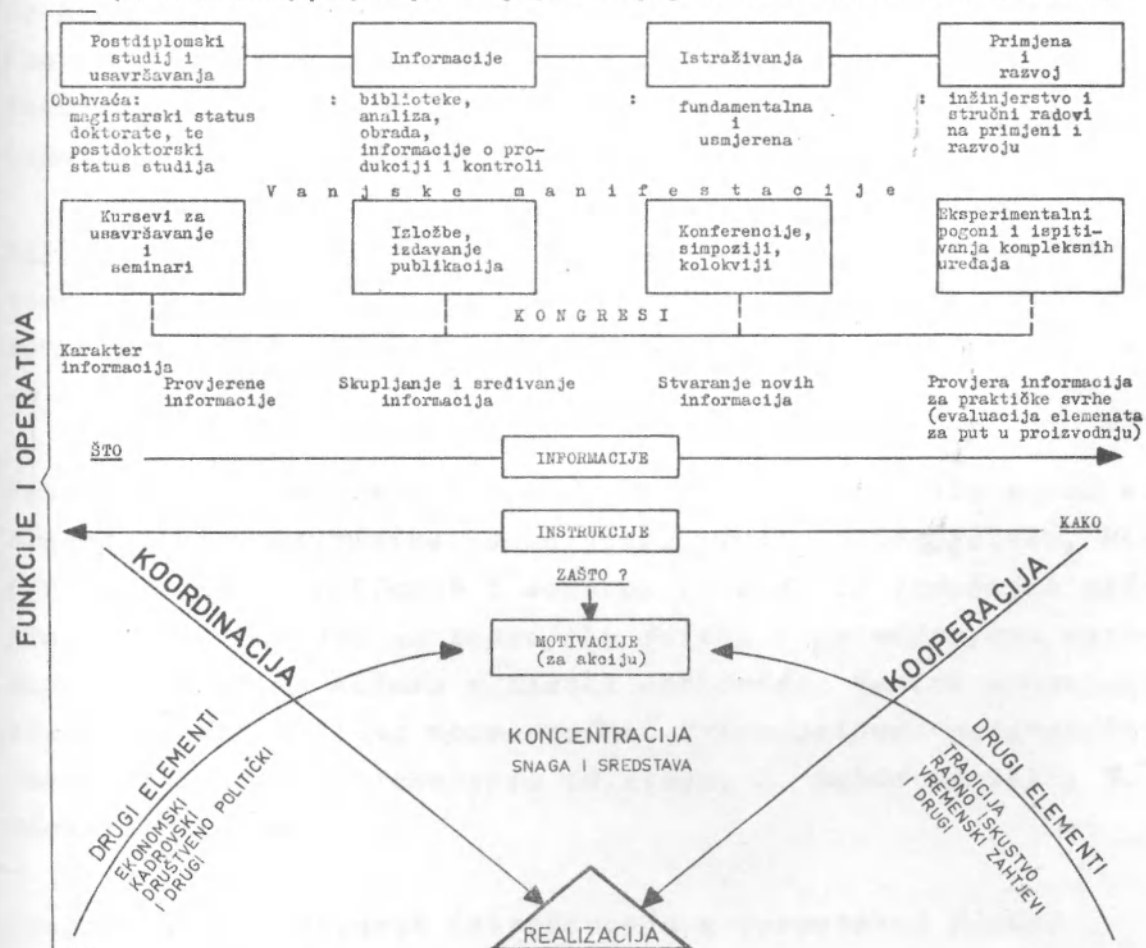
* * *

SHEMA ŠIRIG SISTEMA UNUTAR KOJEGA IMA INSTITUT "RUĐE BOŠKOVIĆ" DJELOVATI
(Osim toga se pretpostavlja suradnja IRB-a sa SKNE i na internacionalnom planu)



SEKTORI RADA

(za sve institucije, koje su povezane projektima i programima nastavno-istraživačkih djelatnosti)



Gaja Alaga

PUT RAZVOJA TEORETSKE FIZIKE U ZAGREBU

Rad na teoretskoj fizici u Zagrebu počinje osnivanjem Seminara za teoretsku fiziku godine 1920. na Filozofskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, a od godine 1939. do 1947. nosi naziv Seminar za teorijsku fiziku i primijenjenu matematiku.

Odjel teorijske fizike Instituta "Rudjer Bošković" izrastao je iz Seminara za teorijsku fiziku, koji je pokrenuo ponovo nakon rata 1946. godine Ivan Supek na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu. Pokretanjem tog seminara zapravo i počinje rad na kvantnoj fizici na Sveučilištu u Zagrebu.

Odjel teorijske fizike od samog početka suradjuje sa Zavodom teorijske fizike i Zavodom primijenjene matematike Prirodoslovno-matematičkog fakulteta pa se historija tih triju grupacija ne može razdvajati.

Prva grupa u Seminaru za teorijsku fiziku sastojala se od studenata teoretske fizike (Gaja Alaga, Ivan Babić-Gjalski, Miho Cerineo, Vladimir Glaser i Borivoj Jakšić) te tadašnjih asistenata pri Katedri za teorijsku fiziku i primijenjenu matematiku Dragutina Majera i Zlatka Jankovića. Većina spomenutih studenata došla je na novoosnovani Prirodoslovno-matematički fakultet Tehničkog fakulteta (G. Alaga, I. Babić-Gjalski, V. Glaser i B. Jakšić).

Jezgre budućih oblasti istraživanja u teoretskoj fizici nastale su podjelom ovih seminarskih tema - Klasična teorija

elektrona, Kovarijantna kvantna elektrodinamika (V. Glaser), Dijamagnetizam, mezonske teorije (B. Jakšić), Bloch-Nordsieckova metoda (I. Babić-Gjalski), Fermijeva statistika i nuklearni beta-raspad (G. Alaga), Starkov efekt (M. Cerineo), Kronigov model kristalne rešetke (D. Majer) itd. Te oblasti su teorija polja i elementarnih čestica, nuklearna fizika, atomska fizika i fizika čvrstog stanja.

Neposredno nakon rata nije bilo jasno kakve su mogućnosti razvoja atomske fizike u malim zemljama. Informacija nije bilo, a i one oskudne koje su dopirale do nas bile su obavijene "velom vojnih tajni". Put I. Supeka u Veliku Britaniju 1948. pruža mu mogućnost da se поближе upozna s razvojem fizike i ostalih znanosti u svijetu. Budući da su glavni rezultati iz fundamentalnih istraživanja dostupni javnosti, I. Supek inicira stvaranje mogućnosti za rad na atomskoj fizici u Zagrebu.

Već u to vrijeme osnovan je Institut za nuklearne nauke u Vinči (današnji Institut "Boris Kidrič") i donesena je odluka o osnivanju Instituta za fiziku u Ljubljani (današnji Institut "Jožef Stefan") pa se I. Supek nada da će i njegova inicijativa uspjeti.

U maju 1950. godine saznali smo od I. Supeka da je inicijativa uspjela i da mu Boris Kidrič nudi sredstva za gradnju Instituta za atomsku fiziku u Zagrebu, pretežno orijentiranog na teoretska istraživanja. Ocjenjujući već na samom početku da bi takva jedna institucija mogla odigrati presudnu ulogu u razvoju modernih prirodnih znanosti u našoj sredini, I. Supek želi proširiti prvotnu platformu na eksperimentalna istraživanja u atomskoj fizici te na one oblasti moderne kemije i biologije (mikrobiologije) u kojima se mogu koristiti slične metode i gdje je moguća saradnja. Tako je nastala osnovna koncepcija jednog logički povezanog multi-

disciplinarnog instituta.

Članovi Seminara su u međuvremenu diplomirali i postali asistenti na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu osim M. Cerinea koji je otišao u Institut za nuklearne nauke u Vinči i V. Glasera koji postaje suradnik JAZU. Oni su sudjelovali s I. Supekom i drugima u pregledu mogućih lokacija za novi Institut (Vojno vježbalište u Dubravi, lokacije u Bliznecu i lokacija u Šestinama oko tzv. Kulmerovog dvora). Srećom, izabrana je lokacija na Horvatovcu, koja je blizu grada. Osnivači Instituta za atomsku fiziku bili su svi sa Sveučilišta, kako očito drugog kadra nije bilo a novoosnovani Institut trebao je postati sveučilišni institut. Članovi Seminara teorijske fizike su dobrovoljno, preuzeli izvjesne dužnosti u Institutu za atomsku fiziku. Z. Janković je postao član prvog Odbora za gradnju, a I. Babić-Gjalski, uz pomoć kolega, preuzeo je dužnost nabavke knjiga i časopisa za novi Institut, kao i uređenje biblioteke. Atmosfera je bila vrlo živa i konstruktivna, puna entuzijazma, jer su se iznenada pojavile neslućene mogućnosti za razvoj ne samo teoretske i eksperimentalne fizike, nego i onih susjednih oblasti - kemije i biologije.

Već 1951. kao stipendisti Instituta odlaze na specijalizaciju V. Glaser i B. Jakšić iako formalno nisu bili radnici instituta za atomsku fiziku. Oni odlaze na specijalizaciju iz teorije polja i elementarnih čestica u Göttingen i Manchester kod W. Heisenberga, odnosno L. Rosenfelda. To je kasnije postala praksa u odgoju kadrova.

Osobni kontakti I. Supeka s istaknutim učenjacima u svijetu (Niels Bohr, Patrick Blackett, Werner Heisenberg, Friedrich Hund, Leon Rosenfeld ...) omogućili su mu da zacrta osnovne pravce razvoja moderne fizike u našoj sredini. Stvaranjem

novog Instituta za atomsku fiziku stvorene su i mogućnosti za izgradnju odgovarajućih aparatura koje bi služile kao izvori izotopa, s jedne strane, a kao istraživačke aparature za nuklearnu fiziku i druge oblasti, s druge strane. Uz gradnju aparatura nužna je i gradnja opreme za mjerenja. Kako su nove aparature zamišljene kao centralni dio Instituta, bilo je vrlo prirodno da se za njih odgoji i potreban kadar. Tako ubrzo (1952) Ksenofont Ilakovac, asistent Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, koji je završio teoretsku fiziku, odlazi u Birmingham da radi na ciklotronu i završi postdiplomski studij.

Nakon K. Ilakovca odlazi grupa teoretskih fizičara na specijalizaciju, i to: Vladimir Knapp i Marijan Petravić (1953) na postdiplomski studij i specijalizaciju iz nuklearne fizike u Veliku Britaniju, a M. Radnić takodjer u Veliku Britaniju, ali na specijalizaciju iz teoretske kvantne kemije. Na taj se način trebala popuniti praznina koja se osjećala u kvantnoj kemiji i izgraditi most između fizike, kemije i eventualno molekularne biologije. S Nikolom Cindrom i Ivom Šlausom koji (1957 i 1955) odlaze na specijalizaciju iz nuklearne fizike u SAD prestaje odlazanje teoretskih fizičara u ostale oblasti fizike i kemije.

Drugi pravac razvoja novoosnovanog Instituta trebao se usmjeriti na metode detekcije pomoću nuklearnih emulzija koje su upravo u to vrijeme doživljavale svoju punu afirmaciju. To je ujedno trebala biti i veza s teoretskom nuklearnom fizikom i teoretskom fizikom elementarnih čestica, kao i veza s CERN-om.

1952. godine G. Alaga, a 1953. Z. Janković odlaze na specijalizaciju iz nuklearne fizike u Institut za teoretsku fiziku kod Nielsa Bohra u Kopenhagenu.

1953. godine nesretnim slučajem poginuo je I. Babić-Gjalski, penjući se na sjevernu stijenu Kleka. Njegovom smrću teoretska

hničkom fakultetu u Splitu. D. Živković je otišao u RIZ gdje radi i danas, a E. Coffou je ostao u Institutu "Rudjer Bošković".

U godinama kada je u IRB osnovan postdiplomski studij dolazi do reorganizacije i do trzavica u Institutu, koje su potpuno nepotrebno unijele nepovjerenje između pojedinih članova Instituta "Rudjer Bošković" i PMF-a. Tako je IRB zapravo sudjelovao u radu Sveučilišta, ali je formalno ostao sasvim po strani sve do 1970. godine kada se otvaraju nove mogućnosti.

Prvu mladu generaciju su slijedili Emil Grgin, Josip Šoln i Dubravko Tadić (1958) te Ibrahim Aganović, Petar Colić, Branko Eman, Edvard Prugovečki i Leopold Šips (1959). Zatim su došli Nedžad Limić, Radovan Padjen, Marko Pavković i Nikola Zovko (1960) te Mladen Martinis (1961) itd.

Od 1955. IRB stalno stipendira studente od kojih neke kasnije uzima u svoj sastav. Takodjer se nastavlja i odgoj kadrova specijalizacijom u inozemstvu za koje je u početku IRB davao stipendije iz svojih sredstava, a kasnije su se najviše koristile stipendije CERN-a, UNESCO-a, MAAE i one dobivene od inozemnih fundacija i institucija "privatnim" kanalima. Pojedini suradnici završavaju postdiplomski studij prije odlaska na specijalizaciju, a poneki i doktoriraju, jer se nivo postdiplomskog studija znatno poboljšao, a i doktorandi imaju daleko bolje mogućnosti za svoje znanstveno usavršavanje.

Uskoro dolazi i do prvog osipanja Odjela teorijske fizike.

Nakon boravka u CERN-u 1957/58. V. Glaser traži produženje od godine dana i konačno ostaje stalno u CERN-u. S postdiplomskog studija iz SAD ne vraćaju se E. Grgin, E. Prugovečki, M. Pavković i M. Miketina. J. Šoln nakon specijalizacije u CERN-u ponovo odlazi na specijalizaciju u SAD 1964. i tamo ostaje. D. Zastavniković nakon završenog postdiplomskog

studija 1966. odlazi na rad u prosvjetu. R. Padjen nakon specijalizacije u Saclayu (1967-70) odlazi u Kanadu, B. Jakšić nakon specijalizacija u Torinu 1964/65. i 1965/66. odlazi u Princeton 1966/67. te nakon toga produžuje boravak u inozemstvu na neodređeno vrijeme.

Neko vrijeme su s Odjelom teorijske fizike, naročito u njegovim počecima, suradjivali K. Ljolje iz Sarajeva te Danilo Blanuša i Vladimir Devide s Tehničkog fakulteta u Zagrebu.

Odjel teorijske fizike danas ima 27 suradnika (15 s doktoratom nauka, 7 s magisterijem, a petorica su postdiplomandi).

Prvi rukovodilac Seminara za teorijsku fiziku bio je L. Stjepanek (1920-1943). Poslije njega za rukovodioca Seminara za teorijsku fiziku i primijenjenu matematiku dolazi V. Vrkljan (1943-1946). I. Supek je predstojnik Zavoda za teorijsku fiziku od 1946. do izbora za rektora Sveučilišta 1968. I. Supek je prvi pročelnik Odjela za teorijsku fiziku IRB-a od njegovog osnutka do 1955. godine, kada^{ga} nasljedjuje V. Glaser koji vrši tu dužnost do 1960. Od 1960. do 1963. dužnost pročelnika Odjela teorijske fizike vrši B. Jakšić, a od 1964. G. Alaga.

Od osnutka pa do danas suradnici Odjela teorijske fizike izradili su oko 200 naučnih radova.

Prva nagrada "R. Bošković" za fiziku pripala je I. Supeku (1958). Osim njega nagradu "Rudjer Bošković" dobilo je više suradnika Instituta (vidi pregled).

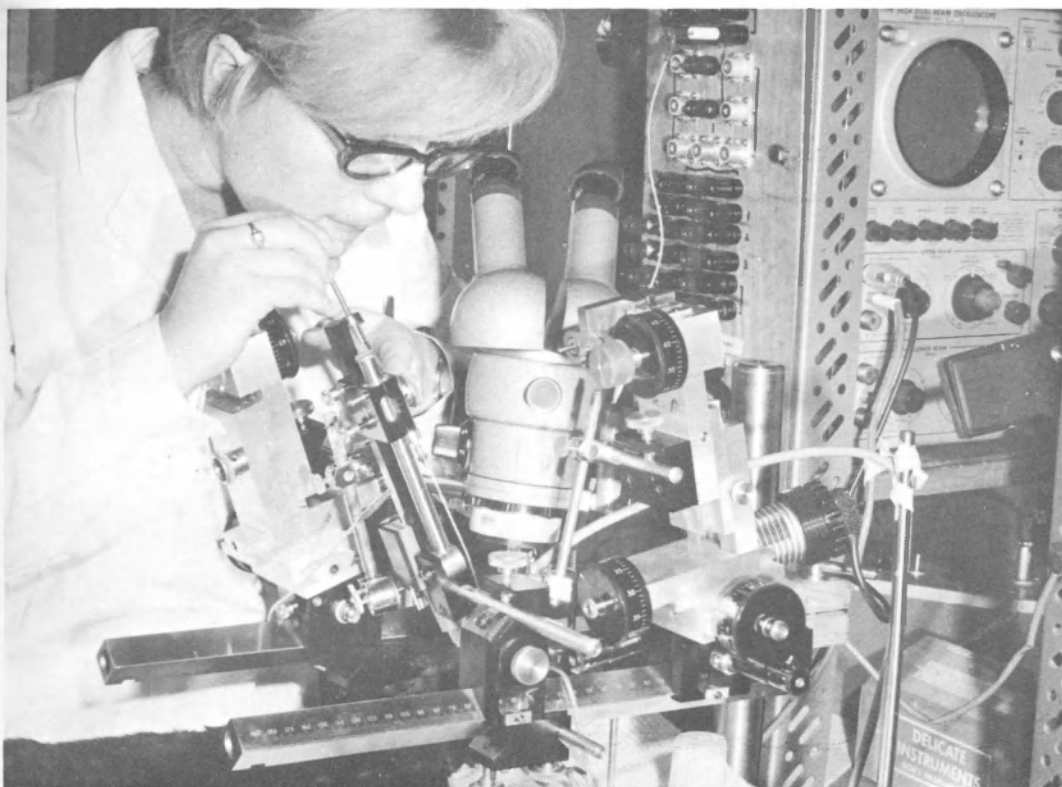
Gotovo svi suradnici Odjela teorijske fizike sudjeluju u nastavi drugog i trećeg stupnja na Sveučilištu u Zagrebu. U radu odjela teorijske fizike kao vanjski suradnici sudjeluju I. Aganović, G. Alaga, Z. Janković, S. Kurepa, D. Tadić i K. Veselić, inače stalni suradnici PMF-a. Isto tako u radu PMF-a

kao vanjski suradnici sudjeluju radnici Instituta N. Limić, M. Martinis, V. Šips i N. Zovko.

Pojedini članovi Odjela držali su predavanja i na Fakultetu za naravoslovje in tehnologiju u Ljubljani (G. Alaga, B. Jakšić i V. Šips) te također na univerzitetima izvan Jugoslavije (G. Alaga, New York University 1964/65., B. Jakšić na Univerzitetu u Torinu 1964/65 i 1965/66, M. Martinis na Univerzitetu u Edinburghu 1966, a D. Tadić na Univerzitetu u Cincinnatiju 1968/69.

Pored već spomenutih suradnja s pojedinim fakultetima Odjel teorijske fizike održava stalne veze s Institutom za fiziku Sveučilišta u Zagrebu, Institutom "Jožef Stefan" iz Ljubljane, Institutom "Boris Kidrič" iz Vinče, Institutom za fiziku iz Sarajeva i novoosnovanom Zajednicom za fiziku Sveučilišta u Zagrebu. Osim toga Odjel teorijske fizike u granicama svojih mogućnosti pomaže stvaranje regionalne suradnje fizičara. Odjel ima ugovore o suradnji s Institutom za teoretsku fiziku u Trstu, s Ujedinjenim institutom za fiziku u Dubni, zatim suradjuje s Univerzitetom u Grazu, Budimpešti i Bukureštu, a također i s Institutom Nielsa Bohra u Kopenhagenu, Lawrence Radiation Laboratory - Berkeley, Brookhaven National Laboratory u Brookhavenu, Imperial College u Londonu, Institute for Advanced Study, Princeton, Faculté des Sciences, Orsay, CEN Saclay, University of Manchester, Birmingham, Univerzitetima u Karlsruhe i u Münchenu u Njemačkoj te u Padovi, Torinu, itd.

Suradnja sa spomenutim institutima sastoji se u izmjenama preprnata i publikacija te u boravcima suradnika IRB u tim institutima. Osim toga i suradnici spomenutih instituta dolaze na ljetne škole ili druge skupove kod nas, ili borave u IRB kraće ili duže vrijeme.



ISPITIVANJE OSLOBAĐANJA TRANSMITORA IZ KORE VELIKOG MOZGA MAČKE



LABORATORIJ ZA RAD S RADIOAKTIVNIM MATERIJALIMA — DETALJ

Petar Tomaš

NUKLEARNA I ATOMSKA FIZIKA U INSTITUTU
"RUDJER BOŠKOVIĆ"

Rad na naučnim istraživanjima koji se danas vrši u Odjelu za nuklearna i atomska istraživanja započeo je neposredno poslije osnivanja Instituta "Rudjer Bošković". Odjel NAI postoji od 1963. godine. Te je godine postavljena nova organizaciona struktura IRB-a i u novi odjel su ušla četiri ranija odjela iz oblasti fizike: Odjel nuklearna fizika I, Nuklearna fizika II, djelomično Odjel atomske i molekularne fizike, te Odjel akceleratora. Prije formiranja oblasti fizike istraživanja na polju eksperimentalne nuklearne fizike razvijala su se u okviru organizacionih jedinica koje su kasnije prerasle u gore spomenute odjele (npr. grupe za Neutronske fiziku, Nuklearno strukturna grupa).

Proučavanje nuklearnih pojava doživjelo je u svijetu veliki razvoj zadnjih 60 godina, od kada je prvi put postavljen koncept atomske jezgre. Tome su doprinijele perspektive iskorištavanja nuklearne energije, široka primjena metoda nuklearne fizike kao i činjenica da ove pojave pružaju mogućnost za upoznavanje osnovnih prirodnih zakonitosti. Postoje u fizici tri glavna područja za upoznavanje prirode strukture materije: ispitivanje strukture elektronskog omotača atoma, fizika atomske jezgre i strukture elementarnih čestica. Nuklearni efekti imaju veliko značenje u odredjivanju prirode svijeta u kojem živimo. Razvitak svemira,

energija koju zrače zvijezde, temperatura zemlje, elementi i njihove proporcije u kojima ih susrećemo danas na zemlji i mnogi drugi fundamentalni problemi direktno su povezani s nuklearnim pojavama. Atomska je jezgra jedini prirodni sistem u kojem djeluju sve poznate prirodne sile, prema tome, istraživanje tog sistema pruža jedinstvenu priliku za proučavanje osnovnih prirodnih zakona očuvanja i simetrija u prirodi. Glavni problemi nuklearne fizike danas su ispitivanja nuklearne strukture - na koji su način građene atomske jezgre iz protona i neutrona i kakva je priroda nuklearnih sila.

Izgradnja i rad Instituta počinju 1950. godine. Institut je u to vrijeme nosio naslov "Institut za fiziku". Međutim, već od samog početka njegov se rad bazirao na interdisciplinarnom pristupu rješavanja fundamentalnih problema, i to na području fizike, elektronike, kemije i biologije, s osobitim naglaskom na nuklearnim naukama te primjeni ovih naučnih disciplina u industriji i medicini. Rad na nuklearnom programu bio je naročito naglašen od kada je 1952. godine pri vladi u Beogradu bila osnovana Komisija za pomoć u naučnim istraživanjima, a naročito kasnije kada je 1955. započela s radom Savezna komisija za nuklearnu energiju. Komisija je preuzela ulogu koordiniranja i osiguranja potrebnih sredstava za rad triju nuklearnih instituta u naša tri veća i razvijenija republička centra. U Zagrebu je bio predviđen akceleratorski centar, te se pristupilo izgradnji vlastitim snagama malog Cockcroft-Walton akceleratora energije 200 keV i ciklotrona energije 16 MeV.

U okviru eksperimentalne fizike već od samog početka razvijala su se i neka druga granična područja istraživanja, npr. vakuum tehnika, rendgen laboratorij i laboratorij za poluvodiče, u okviru fizike započelo se i s radom na elektronskoj mikroskopiji, a posebna pažnja od samog početka

posvećena je optičkoj spektroskopiji. Prva dekada razvitka ovih grana fizike u Institutu "Rudjer Bošković" do 1960. godine može se nazvati dekadom izgradnje osnovnih aparatura, uređaja i usvajanja eksperimentalnih metoda te tehnološkog iskustva.

Radi brže izobrazbe mladih stručnjaka nekoliko diplomiranih fizičara poslano je u inozemstvo da bi se usavršili u radu na ciklotronu te nuklearnoj spektroskopiji.

1954. godine Fizika je već bila smještena u novosagrađjene laboratorije na sadašnjoj lokaciji Instituta. Te godine započeo je rad na izgradnji klasičnog ciklotrona koji je uglavnom dovršen 1962. godine i pušten u eksploataciju 25. X iste godine.

Glavni tehnički podaci ovog ciklotrona su slijedeći: nominalna energija za ubrzanje deuterona je 16 MeV; promjer polova magneta je 1,4 m, zračni raspor magneta 0,2 m, magnetsko polje u rasporu 1,39 T, težina magneta je 60 tona čelika, 10 tona bakra, a nominalna snaga za uzбудu magneta je 80 kW. Visokofrekventni sistem ima snagu oscilatora 80 kW, nominalne frekvencije 10,6 MHz, opseg frekvencije 8,9 - 11,8 MHz, a napon između polova je 150 kV. Izgradnja ciklotrona odvijala se vrlo sporo s obzirom na naše prilike i mogućnosti, pa se to može smatrati glavnim propustom. Od niza kvarova naročito su više uzastopnih proboja na zakretnom transformatoru i poteškoće na visokofrekventnom sistemu utjecali na relativno slabo iskorišćenje ciklotrona u prvom periodu eksploatacije. Zakretni transformator bio je poslan na popravak u tvornicu, a rekonstruirani su i izradjeni novi kratki spojevi.

Medjutim potrebno je i ovdje istaknuti da je ciklotron rezultat napora naših stručnjaka koji su sudjelovali u nje-

govom projektiranju, konstruiranju i montaži i danas ga uspješno osposobili za rad s unutarnjim snopom i za pouzdanu proizvodnju izotopa za domaće i strano tržište, u koje se surhe danas pretežno koriste ove vrste ciklotrona. Dobivanje vanjskog snopa izgradnjenim sistemom za defleksiju zahtijevalo bi veći zahvat na samom stroju. Do 1954. godine u svijetu je već bilo izgrađeno oko 50 klasičnih ciklotrona. Petnaest godina kasnije, 1967. godine, u svijetu se je već nalazilo u eksploataciji, ili u izgradnji, preko 40 modernih AVF ciklotrona. Premda je princip aksijalne fokusacije pomoću azimutalne varijacije u magnetskom polju sugeriran već 1938. godine, treba istaknuti da se izgradnji ovih tipova ciklotrona prišlo tek zadnjih 15 godina. Premda je zagrebački ciklotron klasičnog tipa, ipak ima osobine koje ga čine različitim, npr. visokofrekventni sistem s glavnom oscilatorskom cijevi izradjenom kod nas, ima mogućnost kontinuiranog mijenjanja frekvencije u granicama od 8,9 - 11,8 MHz, a time i adekvatno mijenjanje energije ubrzanih čestica. Nadalje, konačna energija deuterona od 16 MeV postignuta je s magnetom koji je znatno manji, nego kod drugih ciklotrona iste energije.

Istraživala su se nuklearno rezonantna raspršenja na izotopima proizvedenim na ciklotronu. Radili su se izvori za ispitivanje Mossbauerovog efekta. Vršeni su eksperimenti na uhvatu brzih neutrona na izotopima vodika. Najveći broj istraživanja pomoću ciklotrona izvršen je za potrebe radio-kemije.

Prve studije o izgradnji neutronske generatora započela je grupa fizičara i inženjera koju je vodio prof. Mladen Paić neposredno nakon što su udareni prvi temelji Instituta "Rudjer Bošković". Radovi na izgradnji ovog 200 keV akceleratora bili su nešto kasnije usporeni jer njegova izgradnja nije bila odobrena u budžetu Savezne komisije. Osim transfor-

matora koji su izgrađjeni u suradnji s Tvornicom "Rade Končar", sve ostale komponente stroja - izvor iona, akceleratorska cijev, vakuum sistem, komandni i elektronički uređaji, izgrađjeni su u IRB-u. Izgradnja glavnih dijelova akceleratora završena je krajem 1956. godine. Tokom 1957. godine izgrađen je magnetski analizator snopa i izmjerena je spektar masa iona.

U to vrijeme mogao se već kupiti uz povoljne cijene umjetno dobiven superteški vodik tricij. Nuklearne reakcije na triciju izazvane deuteronomima niskih energija imaju dvije povoljne osobine. U nuklearnoj fuziji $d + T \rightarrow n + He^4$ oslobadja se velika količina energije, 17,6 MeV. Kod vrlo niskih energija upadnih deuterona od 110 keV ova reakcija ima izrazitu rezonanciju u složenom sistemu 5He . Te osobine omogućuju da se snopom deuterona, energije 140 keV, dobiju neutroni 100 puta veće energije, 14 MeV, uz vrlo veliku izdašnost. Dobije se 10^{14} neutrona po kulonu upadnog snopa.

Rad na ispitivanju nuklearnih reakcija induciranih neutronima započeo je u okviru bivših odjela Nuklearne fizike I i Nuklearne fizike II u toku 1958/59. godine. Do 1960. godine bili su izgrađjeni osnovni uređaji i razvijene metode detekcije tako da je u slijedeće dvije godine objavljeno 27 radova u naučnim časopisima, a 10 u dokumentima naučnih skupova, koji su izrađeni na neutronsom generatoru Instituta "Rudjer Bošković". Takodjer je već 1958. godine na neutronsom generatoru dobiven i izvjestan broj izotopa za radioizotopni odjel. Vršena su obasjavanja preparata za laboratorij za elektronsku spektroskopiju i za službu zaštite od zračenja.

Pregledom domaće i međunarodne dokumentacije može se ustanoviti da znatan postotak naučnih podataka, važnih za nu-

klearnu energetiku, posljednjih godina dolazi iz Jugoslavije, a posebno iz Zagreba. Broj radova u zadnjih deset godina nadmašuje produktivnost bilo kojeg drugog centra u studiju neutronske procesa izazvanih monoenergetskim neutronima. Uložena sredstva u opremu i istraživanje daleko su ispod svjetskog prosjeka, pa je cijena po kojima se proizvode ti naučni radovi i rezultati važni za nuklearne nauke i nuklearnu energetiku najniža u svijetu.

Jedna povoljna okolnost pospješila je ove uspjehe. To je interdisciplinarni pristup naučnim problemima. U Institutu "Rudjer Bošković" zajednički rade stručnjaci raznih područja nuklearnih nauka, npr. fizike, kemije i elektronike. To je omogućilo da su se usvojile, usavršavale metode detekcije za proučavanje nuklearnih zračenja koje koriste nova dostignuća u više naučnih disciplina.

Doprinos rješavanju osnovnih problema nuklearne fizike, rješavanju problema nuklearnih sila te pitanja nuklearne strukture objavljen je u nizu publikacija. U Zagrebu su po prvi put dobiveni parametri neutron-neutron interakcija. Svojstva sila koje djeluju u atomskim jezgrama navele su značajna područja u istraživanjima kako u području niskih energija, tako i u području visokih energija (fizike elementarnih čestica).

Mehanizam nuklearnih reakcija proučavan je u većem broju reakcija izazvanih brzim neutronima. Vršena su ispitivanja prirode procesa rascjepa lakih jezgri u tri tijela, direktne nuklearne reakcije, kao i procesa koji se odvijaju preko složene jezgre. Sistematskom analizom mjernih vrijednosti dobiveni su vrijedni podaci o nuklearnoj strukturi. Spektroskopske informacije i parametri nuklearnih reakcija do kojih dolazimo mjerenjima i analizom osnovne su

postavke od kojih polazimo kada želimo predložiti jedan nuklearni model.

Zadnjih godina započelo se s ispitivanjem nuklearnih reakcija i procesa sudara u atomskoj fizici kod niskih energija, što je povezano s problemima astrofizike i procesa fuzije lakih jezgri gdje se nalaze velike zalihe energije.

Ove godine nabavljeni su bitni dijelovi za akcelerator energije 300 keV od firme Texas-Nuclear kojega je montaža i izgradnja dodatnih dijelova dovršena u novoj zgradi specijalno gradjenoj za rad na neutronske fizici s velikim tokovima neutrona. Ovaj akcelerator omogućit će nova i kvalitetnija istraživanja u nuklearnoj fizici i srodnim disciplinama.

Vrlo važan doprinos ovog područja fizike drugim znanostima je višestruka primjena eksperimentalnih metoda i tehnika u drugim područjima. To je imalo ne samo velikog utjecaja na razvoj srodnih naučnih disciplina, već je davalo poticaja za razvitak novih grana prirodnih i tehničkih nauka.

U Institutu "Rudjer Bošković" vrše se također istraživanja na polju atomske i molekularne fizike. Rezultati istraživanja hiperfine strukture spektralnih linija plinova za određivanje spina bili su u to vrijeme najkvalitetniji rezultati te vrste. Još su se ranije vršila u Zagrebu ispitivanja disperzije natrijeve svjetlosti u vezi s naseljenosti nivoa. Kasnije su započeta istraživanja optički aktivnih sredina. U Institutu "Rudjer Bošković" sagrađen je i pušten u pogon prvi plinski He-Ne laser u Jugoslaviji, pomoću kojeg je dobiven koherentni laserski snop svjetlosti valne dužine 1,15 μm i snage 11 mW.

Rad na Raman-spektroskopiji odvija se od 1952. godine. To je jedan od rijetkih laboratorija koji kontinuirano radi

u zadnjih dvadeset godina (1960. godine bilo je u svijetu najviše 10 grupa koje su se bavile ovom problematikom). Zadnjih godina ova problematika doživljava nagli skok, i danas dolazi do izražaja dugogodišnje iskustvo u IRB-u na ovom području. Uz upotrebu lasera moguće je dobiti vrlo brzo i lako Raman-spektre tvari u bilo kojoj fazi. Za takvo snimanje potrebna je vrlo mala količina supstancije. Nakon nabave potrebne opreme tu se otvaraju široke mogućnosti suradnje s industrijom. Primjena laserske tehnike je usko povezana s nekim problemima Narodne obrane.

Nuklearna fizika je predstavljala u posljednjih dvadeset godina najrazvijeniju granu fizike u našoj zemlji. IRB je jedini centar u Hrvatskoj gdje se izučava nuklearna fizika. Doprinos Instituta u razvoju istraživanja u fizici vrlo je značajan. Objavljeni radovi predstavljaju važan doprinos svjetskoj znanosti. Odgojen je velik broj vrsnih stručnjaka (u zadnjih desetak godina u Institutu je izradjeno više od 50 disertacija, magistarskih i diplomskih radova u navedenim područjima), a bez dobrih stručnjaka nema naučno-tehnološke revolucije. Tako je i inicijativa za regionalni centar za nuklearnu fiziku potekla iz Zagreba. Uzevši u obzir postignute uspjehe i druge okolnosti, nuklearni fizičari Jugoslavije i susjednih zemalja složili su se da je Zagreb najlogičnija lokacija ovakvog centra ukoliko dođe do njegove realizacije.

Budući razvoj pored osnovnih istraživanja na području nuklearne atomske i molekularne fizike posebno bi trebao biti usmjeren na primjenu metoda nuklearne fizike i akceleratora, laserske tehnike te kibernetike na druga granična područja. Potrebno je direktnije povezivanje rada s problemima iz nuklearne energetike. Upoznavanje bazičnih parametara reaktorskih materijala pojeftinjuje konstrukciju i izvedbu

Zdenko Šternberg

ČVRSTO STANJE I PLAZMA

Istraživanja na području čvrstog stanja u Institutu "Rudjer Bošković" datiraju od njegovog osnutka. U doba kada je započela gradnja Instituta u Zavodu za fiziku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta počinju istraživanja ogiba rendgenskih zraka pod malim kutom. Zavod je za tadašnje prilike, raspola-
gao s bogatom opremom; bilo je i nekoliko rendgenskih cijevi, raznih difrakcionih komora, dva visokonaponska ispravljača itd. Predstojnik zavoda prof. Mladen Paić, i sam zainteresiran za strukturne probleme, usmjerava rad prvih suradnika Instituta koji rade na rendgenskim i spektroskopskim istraživanjima.

Još 1950. godine Katarina Kranjc izradjuje nacрте komore za ispitivanje ogiba rendgenskih zraka pod malim kutom. Kada je komora bila dogotovljena, činilo se, istina, da preciznost izrade nije sasvim zadovoljavala konstruktora, ali eksperimentalni rad je mogao početi. U to vrijeme stiže i Chalongeov registrirajući fotometar iz Francuske malo remek-djelo precizne mehanike koji još i danas dobro služi i fotometar se montira u tada jedino useljivom laboratoriju još nedovršenog I krila Instituta. To je bio ujedno prvi aparat postavljen i korišten u Institutu. Tako počinje studij ogiba rendgenskih zraka pod malim kutom, godinama obavijen romantikom samotnih istraživanja.

Po povratku Drage Grdenića iz Moskve rad na rendgenskoj strukturnoj analizi dobiva na zamahu i dinamici; okupljaju se prvi suradnici Stevo Šćavničar, a zatim Aleksandar Bezjak. Odmah po dovršetku I krila, u jesen 1954. godine, postavljaju se u Institutu prve rendgenske cijevi napajane ispravljačima Tvornice "Rade Končar", te Weissenbergova i nekoliko drugih komora. Uporedo s tim radi se i na pripremi kristala prikladnih za strukturnu analizu, prvo u Zavodu za anorgansku kemiju na Strossmayerovom tragu, a 1956. se i to seli na Horvatovac, u upravo dovršeno III krilo.

Računska obrada difraktograma, Fourierova i Pattersonova sinteza, vršene uz pomoć stripsova, mora da su bile često vrlo mukotrpne i da su zahtijevale požrtvovanja i samoprijedora. Zahvaljujući entuzijazmu prof. Drage Grdenića, te Steve Šćavničara, Borisa Matkovića i ostalih suradnika, razmjerno brzo se formira solidna naučna grupa koja će činiti tokom dužeg razdoblja jezgru strukturnih istraživanja u Institutu.

Dolaskom Instituta pod kompetencije SKNE, istraživanja dobivaju nuklearni naglasak. Prekida se ili ubrzano zaokružuje rad na nekim problemima; tako npr. Boris Kamenar prelazi sa, u ono vrijeme vrlo aktualne, preparacije čistog silicija na novu temu, premda su već postignuti zanimljivi rezultati. Mirko Kessler nastavlja mjerenja dielektričkih konstanti na fakultetu itd. Počinju istraživanja struktura kristala uranovih i torijevih spojeva, ekstrakcija tih spojeva itd. Posebni akcent dobivaju ispitivanja domaćeg reaktorskog grafita, te materijala koji su dolazili u obzir kao gorivi elementi - - uran karbid itd. Iz te djelatnosti izrasta u okviru strukturno-anorganskog odjela laboratorij za visokotemperaturne materijale, u kojemu se uz strukture ispituju mehanička, termička i magnetska svojstva metala i nemetala.

Važan daljnji korak u tom okviru predstavljaju ispitivanja nuklearne magnetske rezonacije. Siniša Maričić, uz pomoć elektroničara, izgradjuje N.M.R. i isprva radi na ispitivanju rasporeda vodika, odnosno molekula vode u anorganskim kristalima. Medjutim, interes se uskoro proširuje na organske i biološke sisteme pa će Maričić sa suradnicima pristupiti izgradnji uređaja za N.M.R. velikog razlučivanja i elektronsku spinsku rezonanciju, te formirati laboratorij za radiovalnu spektroskopiju u kojemu se uz strukture istražuje kinetika i mehanizam kemijskih reakcija.

Istraživanja na poluvodičima izrasla su u Odjelu za kemijsku fiziku. Počelo je s aplikacijama u vakuumskoj tehnici. Nakon što je Branimir Saftić, negdje 1955 izgradio Piranijev vakuummetar, namijenjen za neutronske generator, pojavljuju se na tržištu osjetljivi termistori s kojima se moglo mjeriti mnogo manje promjene temperature, nego metalnim otporima. Zbog toga prof. Mladen Paić i Milena Varičak usmjeravaju interes na eventualne primjene termistora u vakuumskoj tehnici; počinju prva ispitivanja poluvodiča u Institutu.

Iduće godine donose munjeviti razvoj poluvodičke tehnologije u svijetu. Pojavljuju se prvi poluvodički detektori ionizirajućeg zračenja, koji uspješno zamjenjuju scintilacione brojače; tako se interes i kod nas usmjerava na tehnologiju detektora zračenja. Tema se dobro uklapa u nuklearni program, i istraživanja se proširuju na studij radijacionih oštećenja poluvodiča i poluvodičkih spojeva. Iskustva iz istraživanja defekata omogućiti će nakon nekoliko godina pripremu poluvodičkih detektora koji se po sposobnosti razlučivanja i drugim svojstvima mogu usporedjivati s najboljim vanjskim proizvodima.

Slično kao u slučaju poluvodiča, istraživanja plazme izrastaju iz raznih primjena. Borivoj Vošicki i kasnije Krsto Prelec

grade u Zavodu za fiziku PMF-a radiofrekventni izvor iona, namijenjen za budući neutronske generator. Zdenko Šternberg ekscitira atome u električkim pražnjenjima u vezi sa spektrokemijskom analizom; i taj rad započinje u Zavodu za fiziku koji ima kvarcni spektrograf srednje disperzije, te više leidenskih boca i izvor visokog napona. Odmah po dovršenju I krila Instituta, 1954. godine, prenose se uređjaji na Horvatovac, gdje se nastavlja s istraživanjima. Tu počinje Dušan Srdoč ispitivanja korona brojača, a Branimir Marković kasnije koristi tinjavo pražnjenje sa šupljom katodom kao izvor za ispitivanje hiperfine strukture spektralnih linija.

Interes za sudarne procese u plazmi javlja se dosta rano u vezi s ispitivanjem uvjeta ekscitacije u električkom luku, te istraživanja interakcije plazme s površinama.

Nabavlja se veliki spektrograf s optičkom rešetkom, namijenjen za spektrokemiju nuklearnih materijala. Medjutim, interes u spektrografskom laboratoriju sve više se usmjerava na plazmu i ionsku fiziku; odmah po dovršenju 200 kV akceleratora iona ispituje se ekscitacija helija s brzim protonima i deutronima. Nešto kasnije, u laboratoriju za atomska istraživanja počinje Branimir Marković sa suradnicima rad na laserskoj fizici.

Tih je godina aktualnost istraživanja plazme, koja su prethodno stagnirala gotovo dvadeset godina, u brzom porastu. S jedne strane, pojavljuju se velike nade u vezi s kontroliranom termonuklearnom fuzijom, a, s druge, niču brojne primjene u tehnologiji materijala, raketnoj propulziji, direktnoj konverziji topline u električnu energiju itd.

Medjutim, SKNE praktički isključuje plazmu iz programa istraživanja i nekoliko godina provodi krajnje restriktivnu politiku prema onomu što se tada umjesto plazme nazivalo

"istraživanjima ioniziranih sredina". U skladu s tadašnjim koncepcijama sprečava se formiranje grupe za teoriju plazme, a eksperimentalna istraživanja se odvijaju u vrlo skučenim okvirima. Tek nakon uspješne Međunarodne konferencije o fenomenima u ioniziranim plinovima (Beograd, 1965) doći će do pozitivne promjene u gledanjima i to će omogućiti razvoj tog područja u Institutu.

Ovo su fragmenti iz sjećanja na prve godine izgradnje i početnu fazu razvoja istraživanja. Nije bilo zapravo riječi o uvjetima i atmosferi u kojoj se sve to radjalo. Može se bez uveličavanja teškoća reći da se počelo od sasvim oskudnih prilika, da je trebalo mnogo truda i zalaganja da se izgrade laboratoriji, a naročito da se povoljno usmjere i razviju istraživanja. Generacija onih koji su u tome sudjelovali unosila je veliko oduševljenje i optimizam - to je ne samo olakšavalo rad, već je bilo možda ono najljepše u početnom razdoblju.

Period izgradnje i formiranja fizionomije Instituta trajao je oko 10-12 godina. Kao što je spomenuto, mnoga istraživanja počinju izvan Instituta, te se po dovršenju zgrada prenose u Institut. Dio istraživanja iniciraju istraživači poslije povratka sa specijalizacije u inozemstvu. Razvitak je tekao dosta nekoordinirano, izložen uz to promjenama u politici financiranja. To dovodi do usitnjavanja problematike i izoliranosti nekih laboratorija. Takva situacija radja ponegdje odnose koji su podsjećali na univerzitete iz ranijih razdoblja. S druge strane, nova generacija istraživača, uočavajući spomenute nedostatke, nastoji afirmirati vlastita shvaćanja i nastojanja. Tako dolazi 1963. do organizacionog prestrukturiranja laboratorija i odjela. Između ostaloga, formira se Odjel za čvrsto stanje, i to objedinjavanjem glavnine strukturno-anorganskog odjela, istraživanja difrakcije X-zraka pod malim kutom i laboratorija za poluvodiče; u novi odjel

uključuje se i laboratorij za plazmu. Tako nastaje odjel s interdisciplinarnom strukturom u kojemu zajedno rade kemičari i fizičari uz suradnju elektroničara i matematičara. Tokom godina laboratoriji se postepeno povezuju, dijelom tematski, a nešto putem zajedničkog korištenja opreme.

Integracioni procesi u novom odjelu teku razmjerno sporo, ne samo zbog ranije razvijenih orijentacija, već zbog izvjesnog osipanja kadra. U atmosferi nesredjenosti naučne politike, teškoća oko financiranja većih instituta, te raznih popratnih pojava, Odjel gubi znatni procent starijih istraživača i srednjeg stručnog kadra. Jedan dio istraživača prelazi u novoosnovane sveučilišne institute i tamo nastavlja s radom. Angažiraju se mladi ljudi (tako se broj istraživača jedva mijenja, ili je u blagom porastu), ali mladi su vezani isprva na užu problematiku, i to usporava integraciju. S druge strane, zahvaljujući vjerojatno boljoj opremljenosti laboratorija i porastu iskustva sredine, mladi se ljudi bez mnogo lutanja uključuju u istraživanja, i tako biva da je naučna produkcija u stalnom porastu. Može se osim toga konstatirati, oslanjajući se na ocjene domaćih i stranih recenzenata, da su posljednjih godina dobiveni neki zapaženi rezultati.

Istraživanja su usmjerena na slijedeće probleme:

Odredjuju se kristalne i molekularne strukture, fazni prijelazi, veličine čestica i defekata, te difuzioni procesi metodom rendgenske difrakcije, nuklearne magnetske rezonacije, diferencijalne termičke i termogravimetrijske analize, te mjerenjem magnetske susceptibilnosti i piezoelektriciteta.

Sintetiziraju se i istražuju električka, fotoelektrička i termoelektrička svojstva poluvodiča i feroelektrika; posebno se ispituju promjene svojstava poluvodiča pod utjecajem zračenja.

Proučavaju se strukture i interakcije radikala u čvrstom stanju, utjecaj zračenja na biomakromolekule, te reakcije malih paramagnetskih čestica s većim molekulama, posebno biološkim, metodom elektronske parmagnetske rezonacije.

Ispituju se površinske interakcije spektroskopskim metodama i putem plinske kromatografije.

Na području plazme istražuje se interakcija kondenziranih sistema s atomima i ionima te elektromagnetskim zračenjem, formiranje plazme i procesi u plazmi, te neelastični sudari i kemijske reakcije u ioniziranim plinovima.

A sad nekoliko riječi o tendencijama daljnjeg razvoja.

Na području rendgenske strukturne analize studij jednostavnijih, anorganskih kristala ulazi u mirne vode, ustupajući mjesto istraživanju složenih, dijelom organskih struktura; s time rastu potrebe korištenja brzih elektroničkih računala s velikom memorijom. S druge strane, postoji znatna potencijalna mogućnost da se ova istraživanja povežu s privredom. Rendgenski laboratorij je takvu suradnju već uspostavio. Može se očekivati da će se i kapaciteti laboratorija za visokotemperaturne materijale jednim dijelom orijentirati u tom smjeru, tim više što perspektive istraživanja na usavršenim reaktorskim sistemima kod nas nisu sasvim jasne.

Daljnji razvitak istraživanja u laboratoriju za visokotemperaturne materijale dosta će ovisiti o ulaganjima. Osim proširenja mehaničkih ispitivanja materijala, dosadašnju strukturu laboratorija veoma bi korisno nadopunjavala mikrostrukturna ispitivanja elektronskom sondom, te kinetička istraživanja faznih transformacija pomoću vremenski razlučene rendgenske strukturne analize.

Potencijalne mogućnosti u primjenama na području poluvodiča upućuju na proširenje dosadašnjih istraživanja na studij implantacije iona u poluvodiče, detektore svjetla, te pripremanju tankih listića.

Na području radiovalne spektroskopije može se očekivati ekstenzija vrlo perspektivnih kinetičkih istraživanja u kemijskim i biološkim sistemima, te razvoj strukturnih istraživanja na NMR i kvadrupolnoj rezonanciji.

Istraživanja plazme proširit će se vjerojatno na sudarne procese i površinske interakcije, od interesa za aplikacije u kemiji, rasvjetnoj tehnici te obradi materijala.

Posljednje dvije godine bilježe na području kontrolirane termonuklearne fuzije značajne uspjehe; izvjesno angažiranje na temama iz područja visokotemperaturne plazme postaje stoga aktualnije.

Uz osvrt na dosadašnji razvoj i daljnje tendencije istraživanja na području čvrstog stanja i plazme, dosada nije spomenut doprinos odgoju mladih kadrova. Može se reći da je ta djelatnost bila stalno prisutna u većini laboratorija. Više istraživača Odjela za čvrsto stanje već godinama sudjeluju u nastavi II ili III stupnja, rendgenski labortorij odgojio je znatan broj strukturnih kemičara, u laboratoriju za plazmu su suradnici mnogih instituta upoznawali metode optičke spektroskopije itd. Međutim, potencijalne mogućnosti ipak nisu bile do sada dovoljno korištene. Naročito izobrazba kadrova za potrebe privrede, odnosno njihovo doškolovanje bilo je sasvim zanemareno. Tek daljnjim aktiviranjem nastavnog rada i užom suradnjom s privredom dobit će istraživanja na čvrstom stanju i plazmi svoj puni smisao. Postojeći kadar i oprema omogućuju da se to u narednom razdoblju ostvari.

Gabro Smiljanić

RAZVOJ ODJELA ELEKTRONIKE INSTITUTA
"RUDJER BOŠKOVIĆ"

Stvaranje Odjela elektronike IRB proizašlo je iz saznanja da instrumentacija čini osnovu za istraživanja na svim područjima, a moderna instrumentacija je elektronička instrumentacija. Počelo se od ničega. Nikakva tradicija niti iskustvo u elektronici koji bi išli dalje od radio-amatarstva nisu postojali u našoj sredini. Mnogo toga potrebnog za istraživački rad na najnovijim područjima nije se tada na tek organiziranom Odjelu slabe struje Elektrotehničkog fakulteta ni moglo predavati. Usprkos svemu mladi suradnici obećavali su mnogo u povoljnijim uvjetima kakvi su bili u IRB. Jedna grupa takvih mladih istraživača okupila se u Odjelu elektronike IRB početkom pedesetih godina. Njezin prvi zadatak bio je da nabavi osnovnu opremu za vlastiti rad i razvije standardnu elektroničku instrumentaciju za druge laboratorije Instituta, kao što su brojila, stabilizatori, uređaji za mjerenje zračenja, ratemetri, oscilatori za ižarivanje, osciloskopi, impuls-generatori itd. Ujedno se projektira i razvija elektrotehnika potrebna za opremu ciklotrona. Ovim radom stječu se iskustva i postepeno dostiže tehnika izrade instrumentacije kakva je u to vrijeme postojala u drugim odgovarajućim laboratorijima u svijetu. Paralelno s tim povećavaju se zahtjevi drugih laboratorija Instituta za specijalnim instrumentima. Uspješna rješenja ovakih zadataka i njihovo objavljivanje

u poznatim svjetskim časopisima daju potvrdu o postignutoj vlastitoj vrijednosti i poticaj za daljnji rad. Razvivši osnovnu elektroničku instrumentaciju pomoću elektronskih cijevi, a elektronska cijev je u toj fazi još dominantni element kod nas i u svijetu, prelazi se krajem pedesetih i početkom šezdesetih godina na najsloženije istraživačke aparature, kao što su amplitudni analizatori s memorijama od feritnih jezgri i akustičkim linijama. Ovi složeni instrumenti kod nas su razvijeni s neznatnim zaostatkom nakon njihove prve pojave u svijetu uopće. U tom je periodu naše zaostajanje za svjetskim dostignućima najmanje. I ranije i kasnije ono je veće.

Naime, usprkos velikim uspjesima i brzom prodoru u razvoju elektronike i instrumentacije sve više dolaze na površinu problemi koji usporavaju ili čak dovode u pitanje daljnju ekspanziju. Razvijene instrumente treba i proizvoditi i održavati. Ako to rade oni koji su ih razvijali, ponestaje snage za nove stvari, a traži se nesvrsishodno rad vrlo kvalitetnih ljudi. Mnogobrojni pokušaji da razvijene uređaje preuzme industrija i da ih proizvodi, prodaje i održava, kako se radi svugdje u svijetu, uglavnom završavaju neuspješno a zbog raznih objektivnih prepreka.

S druge strane, status nosilaca razvoja elektronike u IRB je neriješen. Od njih se traži da razvijaju, stvaraju i održavaju instrumente. A da bi napredovali u zvanjima, moraju imati publikacije i naučne stupnjeve, kao i pripadnici ostalih odjela kojima je to isključivi zadatak. Isto tako, boravci u inostranim laboratorijima, neophodni za razvoj jedne tako nove grane kao što je elektronika, svedeni su na svega par slučajeva, za razliku od ostalih odjela IRB. Sve to ima utjecaja za razvoj i proizvodnju instrumentacije, ali ne i na radni elan u Odjelu elektronike uopće.

Tempo razvoja instrumentacije pa i uvođenje novog elementa u elektronici - tranzistora - dođe nešto pada početkom šezdesetih godina, ali se veći dio pripadnika Odjela elektronike prebacuje na fundamentalna istraživanja koja omogućavaju publiciranje i stjecanje doktorata da bi se na tom pa i na ličnom planu nadoknadio zaostajanje. U tome, uspijevaju stariji pripadnici Odjela, neki prije a neki kasnije. Tada nastupa period najintenzivnijeg rješavanja fundamentalnih problema elektronike i publiciranja, uglavnom, u stranim časopisima. Međutim, ova rastrganost, nedefinirani status Odjela kao cjeline, nesigurno financiranje, ne dozvoljavaju da se zacrta jasnija perspektiva Odjela, već se prihvaćaju raznorazni poslovi da bi se preživjelo. Sve to, kao i dugogodišnja apstinencija od putovanja u inozemstvo, radja drugi ekstrem - veći broj iskusnijih suradnika odlazi u inozemstvo i zapošljava se u stranim institucijama, što znatno smanjuje snagu Odjela, a smanjuje se i potreba za njim. U međuvremenu razvoj u svijetu ide nezadrživo naprijed.

Novi mladi suradnici i stariji koji su ostali ipak uspijevaju koliko-toliko održati korak s razvojem u svijetu. To im olakšava i razvoj tehnologije. Tranzistori potpuno zamjenjuju elektronske cijevi pa je potreban znatno manji razvojni rad za rješenje određenog problema, odnosno razvoj nekog instrumenta. To dolazi još više do izražaja pojavom najnovijih elemenata - integriranih krugova - umjesto tranzistora. Kako nešto napraviti postaje sve manji problem a što raditi sve veći. Problemi su sve više logičke naravi, a sve manje električke. Standardna instrumentacija se manje radi. Ona se ili kupuje gotova kod industrijskih proizvođača kojima se ne može konkurirati s manjim serijama, ili postaje dosta rutinski posao koji uz izvjesnu asistenciju istraživača obavlja elektronički servis.

Ovaj servis je u međuvremenu organiziran i preuzeo je održavanje instrumentacije Instituta "Rudjer Bošković" razvijene i izradjene kod nas ili kupljene u inozemstvu. Pored toga servisa se specijalizirana elektronička instrumentacija raznih drugih institucija u Zagrebu, s obzirom na manjak kompetentnih laboratorija kod nas. U toku su razgovori da se preuzme servis elektroničkih uređaja za neke strane tvrtke za cijelu Jugoslaviju. Tako se ovaj dio djelatnosti Odjela dosta uspješno razvija.

Međutim, razvoj instrumentacije sve više je usmjeren samo na specijalne instrumente i sisteme, koji se najčešće ne mogu nabaviti komercijalno ili im je cijena nedostupna. Pojava integriranih krugova utjecala je na razvoj digitalne tehnike više nego na druga područja elektronike. Isto tako od velikog utjecaja je i nabava digitalnog računskog stroja koji, uz odgovarajući "interface", pruža nove tehničke perspektive. Uz korištenje već postojećih iskustava u razvoju specijalne instrumentacije za sakupljanje i obradu podataka, rad se može razvijati na daleko širem planu, kao što su kontrola i upravljanje industrijskih i drugih procesa, mjerenja, sakupljanje i distribucija informacija i sl. Nažalost, ovo je više potencijalni istraživački kapacitet koji se relativno malo koristi prema svojim mogućnostima pa i potrebama. Neznatni su izgledi da sami elektroničari riješe ovaj problem, jer ga treba rješavati na širem planu.

Kako se iz izloženog vidi, u proteklom relativno kratkom razdoblju elektronička tehnologija se nekoliko puta mijenjala. Najprije elektronske cijevi, zatim tranzistori, pa integrirani krugovi i elektronička digitalna računala. Svim ovim tehnikama bilo je potrebno ovladati i slijediti razvoj u svijetu, što je uspješno obavljeno. Suradnici Odjela elektronike mogu biti ravnopravni partneri stranim organizacijama što se tiče poznavanja i usvajanja naučnih i tehničkih

dostignuća. Nažalost, to isto se ne može reći za organizaci-
onu spremnost. Ipak, u toku svog postojanja, Odjel elektro-
nike je odigrao najvažniju ulogu u svojstvu presadjivača
mnogobrojnih tehnoloških inovacija i dostignuća u našu sre-
dinu. To nikada nije bilo formalno organizirano, ali je
uvijek postojalo. Brojne dobrovoljne i besplatne konzulta-
cije radnim organizacijama u čitavoj zemlji, dolazak stru-
čnjaka iz drugih poduzeća na duže ili kraće vrijeme u IRB,
postdiplomski studij, predavanja iskusnih u Odjelu elektro-
nike formiranih stručnjaka na fakultetima, u školama i na
raznim stručnim konferencijama, imaju znatan utjecaj na
razvoj modernih znanja i pogleda kod nas. No, moglo bi se još
i mnogo više postići kada bi sve to poprimilo organiziranije
oblike, trebalo bi pronaći načine za potpuno iskorištenje
stečenog znanja i iskustava jer sve mogućnosti nisu još isko-
rištene.

Mirko Mirnik

FIZIČKA KEMIJA

Početak razvoja pojedinih grana kemije u Institutu "Rudjer Bošković" bio je nužno uvjetovan, s jedne strane, sredstvima koja su stajala na raspolaganju za kemiju, a, s druge, shvaćanjima i naučnom profilu prvih kemičara, kao i pomoći koju je kemičarima pružao prof. Ivan Supek, osnivač Instituta. Utjecaj administrativnog aparata Savezne komisije za nuklearnu energiju bio je isto tako značajan. Za razvoj fizičke kemije u Institutu, odnosno opće i anorganske kemije od 1952 do 1953 dugujemo zahvalnost prof. Boži Težaku i prof. Dragi Grdeniću. U tešnji da se počnu razvijati i one grane kemije koje su važne na nuklearnom području 1953. godine, upućuju se kao prvi suradnici Instituta dr Dina Keglević i dr Mirko Mirnik u Harwell (Engleska) na tečajeve iz radiokemije. Nakon povratka oni počinju raditi na organizaciji razvoja radiokemije. Dovođenjem laboratorija, kao i postepenim prihvaćanjem mladih suradnika, njihovim usmjeravanjem, specijalizacijama u inostranstvu i izradom disertacija, u 15 godina razvijene su one pojedine specifične grane djelatnosti na području fizičke kemije, radiokemije, radijacione kemije, teoretske, odnosno kvantne kemije i analitičke kemije, kako su niže opisane prema sadašnjoj organizacijskoj strukturi Instituta. Iako se i sada još uvijek uvode nove tehnike istraživanja i nova područja istraživanja, naročito brz razvoj u povećanju broja suradnika i područja uslijedio je u fizičkoj kemiji između 1956 i 1963. Godine 1963. provedena je i reorganizacija

Instituta pa i onih odjela u kojima se gaje istraživanja fizičke kemije u širem smislu. U vrijeme te reorganizacije, s Institutom prestaje suradjivati prof. Drago Grdenić, a njegov je Odjel podijeljen u dva laboratorija. Novi Odjel fizičke kemije postaje 1963. godine najjača organizациона jedinica i okuplja laboratorije bivših Odjela fizičke kemije, strukturno-anorganske kemije i radiokemije. U 1969. godini izdvajaju se Laboratorij za fizičko-kemijske separacije, Laboratorij za elektrokemiju, Laboratorij za elektroforezu i Laboratorij za nuklearnu kemiju, te prelaze u novoosnovani Centar za istraživanje mora.

Nema sumnje da su nastojanja prvih vodećih znanstvenih radnika u Institutu bila usmjerena na to da se u našoj sredini u Jugoslaviji, odnosno u Hrvatskoj, razvije znanstvena institucija koja će biti na najvišoj mogućoj razini u raznim granama, pa i u kemijskoj, koja će okupljati stručnjake iz što većeg broja grana suvremenih znanosti, kompetentnih za davanje mišljenja i tumačenja o suvremenim problemima znanosti i primjene, sposobnih i voljnih prenositi suvremena saznanja na mlade generacije istraživača, sudjelovati u raznim oblicima univerzitetske i druge stručne nastave, a takodjer i popularizirati znanstvenu misao u što širim krugovima. Ujedno, ti naučni radnici svoju će kompetentnost dokazivati objavljivanjem svojih znanstvenih radova u domaćim i stranim znanstvenim časopisima. Time se bez dvojbe željelo ispuniti prazninu u razvoju suvremenih grana znanosti, takodjer kemijskih, do koje je dolazilo uslijed potpuno nedovoljnog finansiranja univerzitetskih i akademijinih kemijskih institucija. Ti su zavodi, odnosno instituti, oskudno opremljeni, iz pred-ratnih vremena stagnirali, a neki od njih stagniraju još i danas. Sasvim je sigurno da mnogi od njih i danas nisu u stanju vršiti svoju punu ulogu na području kemijskih

znanosti koja im je u stvari i namijenjena. Nema sumnje da kemičari Instituta "Rudjer Bošković" danas, svojim brojem, kompetentnošću i svojim znanstvenim djelovanjem predstavlja-ju jak znanstveni potencijal koji uz potencijal ostalih fakultetskih i akademijinih institucija, nažalost, još uvijek nije postigao onaj opseg koji bi mogao i trebao kad bi se potreban dio nacionalnog dohotka odvajao za razvoj kemijskih znanosti. Takav opseg moguće je postići samo adekvatnim financiranjem izgradnje laboratorija, nabavke suvremene aparature i osposobljavanjem što većeg broja kemičara za istraživački rad. Bez kemičara Instituta "Rudjer Bošković" i njegovih kemijskih laboratorija, taj raskorak između adekvatnog stanja kemije i stvarnog bio bi nezamislivo velik. Nema sumnje da Institut "Rudjer Bošković" ima zahvaliti svoje postojanje i svoj sadašnji stupanj razvijenosti postojanju Savezne Komisije za nuklearnu energiju, koja je bar maleni dio svojih sredstava odvajala za Institut, s očitom namjerom da se razviju skoro isključivo nuklearne znanosti kao podloga za široku primjenu i razvoj nuklearne energije u nas.

U svim godinama stalno se vodila polemika između predstavnika SKNE i kemičara Instituta o tome što spada u djelokrug interesa SKNE, a što ne. Dok nikada nije data odredjenija direktiva, tj. dugoročni plan razvoja i istraživanja nuklearne energije prema kojem bi se mogla orijentirati i istraživačka djelatnost, programi istraživanja koje su predlagali istraživački Instituta često su nailazili na kritiku iz SKNE da nisu dovoljno nuklearni, te da ih iz tog razloga SKNE ne želi financirati. Tokom zadnjih godina došlo je u tom pogledu do stanovitog smirenja i veći dio programa je našao mjesta u zadacima, odnosno projektima koji su dobreni za financiranje. Medjutim, stanoviti nemir se unosi sada postavljanjem pitanja financiranja istraživanja u okviru makroprojekata putem Saveznog, odnosno Republičkog savjeta

za naučni rad.

Naučno iskustvo i interes prvih kemičara uvjetuje i prva istraživanja u okviru Instituta. Također, želja za razvojem nuklearnih područja ukazuje na potrebu razvijanja onih istraživanja koja su suvremena, koja se u tim područjima primjenjuju u svijetu, kao i sistema koji su važni za nuklearno područje.

U prvim se godinama rendgenska strukturna analiza helatnih kompleksa (Boris Matković) proširuje na domaće i strane grafite (Stanko Popović), a započinje se i sa sintezom raznih anorganskih spojeva, tipa poluvodiča (Boris Kamenar), te laboratorijskom pripremom monokristala (Zvonimir Ban, Mladen Topić, Zlatko Despotović).

Najranija istraživanja obuhvaćaju studije raznih metoda separacije nuklearnih materijala i koncentracije radionuklida u homogenim i heterogenim sistemima. Radi se na razvoju elektroforeze na papiru (Zvonimir Pučar) i ekstrakcije (Marko Branica). Ispituju se sve faze precipitacijskih procesa, od nukleacije do ravnotežnih uvjeta, te uvjeti stabilizacije i destabilizacije dispergirane faze (B. Težak, Helga Füredi i M. Branica). Od interesa su razni model-sistemi, te sistemi od važnosti u nuklearnoj tehnologiji (soli uranila, torija i drugih iona). Razvijaju se potrebne analitičke metode, kao spektrofotometrija (H. Füredi), ionska izmjena i polarografija (M. Branica). Ova posljednja se kasnije primjenjuje i za studij metalnih kompleksa. Razvijaju se razne analitičke metode i tehnike (Štefica Mesarić) kao: vidljiva, ultravioletna i infra-crvena spektrofotometrija, plamena-fotometrija, atomska apsorpcija i organska elementarna analiza. Organiziran je i analitički servis za naručioce izvan Instituta.

Nakon povratka Milana Randića sa specijalizacije (1954-1958) u Cambridgeu stvorene su mogućnosti za razvoj istraživanja na području teoretske, odnosno kvantne kemije i molekularne spektroskopije. U 1956. godini vrše se predradnje za uvođenje nuklearno-magnetske rezonancije (Siniša Maričić). Uvodi se mjerenje dipolnih momenata i konstante dielektričnosti (Mirko Kesler) i Raman-spektrografija (Lidija Colombo). U to vrijeme počinje i istraživanje ekstrakcije kao metode za odjeljivanje raznih metala iz vodenih otopina. U tu svrhu sintetiziraju se novi kompleksirajući agensi na bazi organo-fosfornih spojeva i visokomolekularnih amina (Henrika Meider, Vjekoslav Jagodić). Razvija se i kemija kompleksnih spojeva prijelaznih metala (Cirila Djordjević).

Početak (1955, 1956) istraživanja radiokemijskim tehnikama predstavljaju istraživanja primjenom radiokemijskih indikatora, i to mjerenja heterogene zamjene (M. Mirnik, Amsterdam) i mjerenja adsorpcije radioaktivnog torija na srebrenom jodidu (Marko Herak). Istraživanja procesa heterogene zamjene uvedena su jer koriste metodu radioaktivnih indikatora, jer se proces može primijeniti u svrhu separacije, koncentracije ili fiksacije radionuklida, jer se ovim procesom može rasvijetliti i mehanizam ugradjivanja konstitutivnih iona u čvrstu fazu taloga (Milenko Vlatković i kasnije R. Despotović). 1954. godine uvode se istraživanja elektrokinetičkih pojava, kao temeljnih faktora za ponašanje dvokomponentnih sistema. To predstavlja početak razvoja elektrokemije u Institutu (Velimir Pravdić).

1965. godine prvi puta je kod nas organiziran tečaj o tehnikama primjene radionuklida za stručnjake izvan Instituta, kao i asistente Instituta. Ti se tečajevi povremeno održavaju i sada kada se u Zagrebu ukaže potreba, dok je ta djelatnost kasnije prenijeta i u SKNE u Beograd. Tehnike

rukovanja radionuklidima i pripadna teoretska nastava iz nuklearne kemije i radiokemije postaju kasnije sastavni dio studija III stupnja iz radiokemije, odnosno fizičke kemije, kojim se studijem osposobljava velik broj asistenata za primjenu radionuklida u istraživanjima.

Studij nuklearnih reakcija, kao nužna podloga za naučno i praktično iskorištavanje ciklotrona, želi se osigurati time da se 1957. g. upućuje jedan asistent u Pittsburgh (Petar Strohal), gdje radi na ciklotronu.

Godine 1957. upućuje se i prvi suradnik u probleme radijacione kemije (Igor Dvornik). Ta je kasnije urodila izgradnjom, odnosno nabavkom dvaju izvora radioaktivnog zračenja (350 i 8000 C) i razvojem problematike s područja radijacione dozimetrije i konstrukcijom kemijskog dozimetra za potrebe JNA.

Utjecaji izvana, tj. SKNE, prouzrokovali su godine 1960. likvidaciju rada na poluvodičima i monokristalima, što je izazvalo poteškoće jer su se suradnici morali preorijentirati na drugu problematiku.

Do uvođenja ispitivanja izotopnog efekta kao metode za utvrđivanje mehanizma organskih reakcija (Smiljko Ašperger) dolazi 1960. godine. U 1961. stavljen je u pogon spektrograf mase kao osnovni instrument za ova istraživanja.

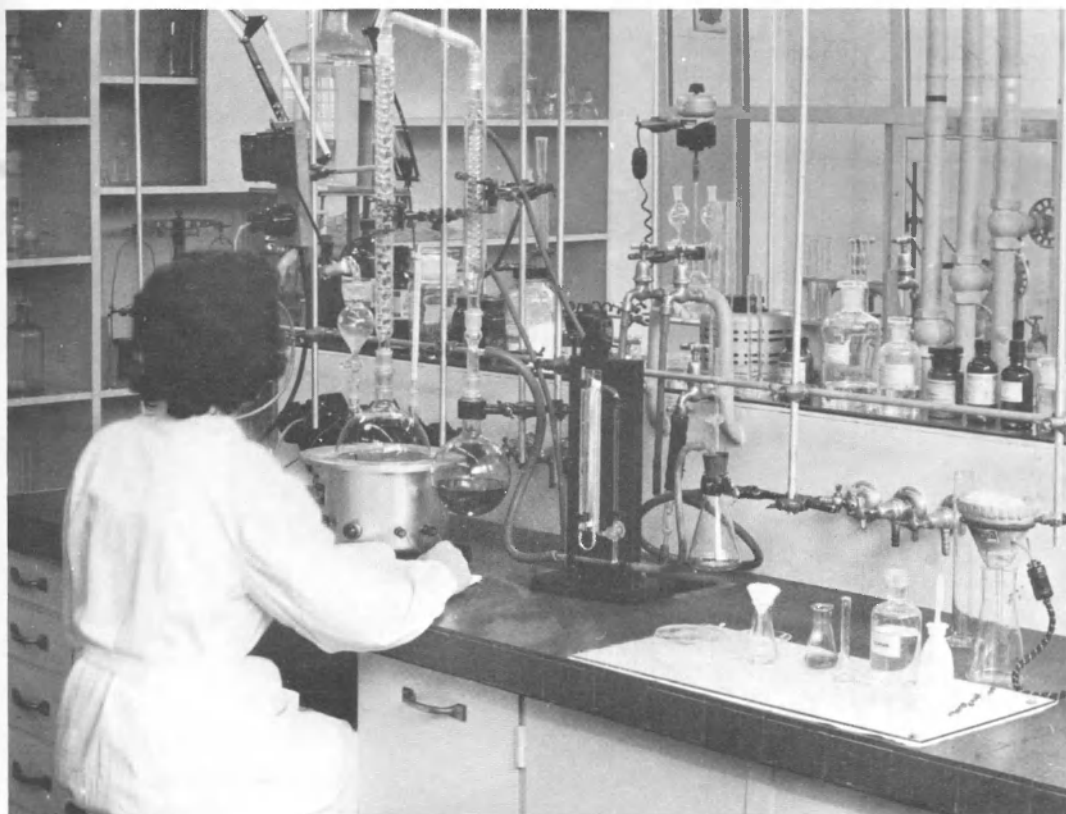
Tokom 1959. upućuje se jedan suradnik (M. Vlatković) u Amsterdam gdje se upoznaje s problematikom kemijskih efekata nuklearnih reakcija, koja kasnije postaje sastavni dio kemijskih istraživanja na nuklearnom području.

Na prijedlog skupine istraživača (M. Branica, Z. Pučar, V. Pravdić), pristupa se 1961. istraživanjima elektrokemijske

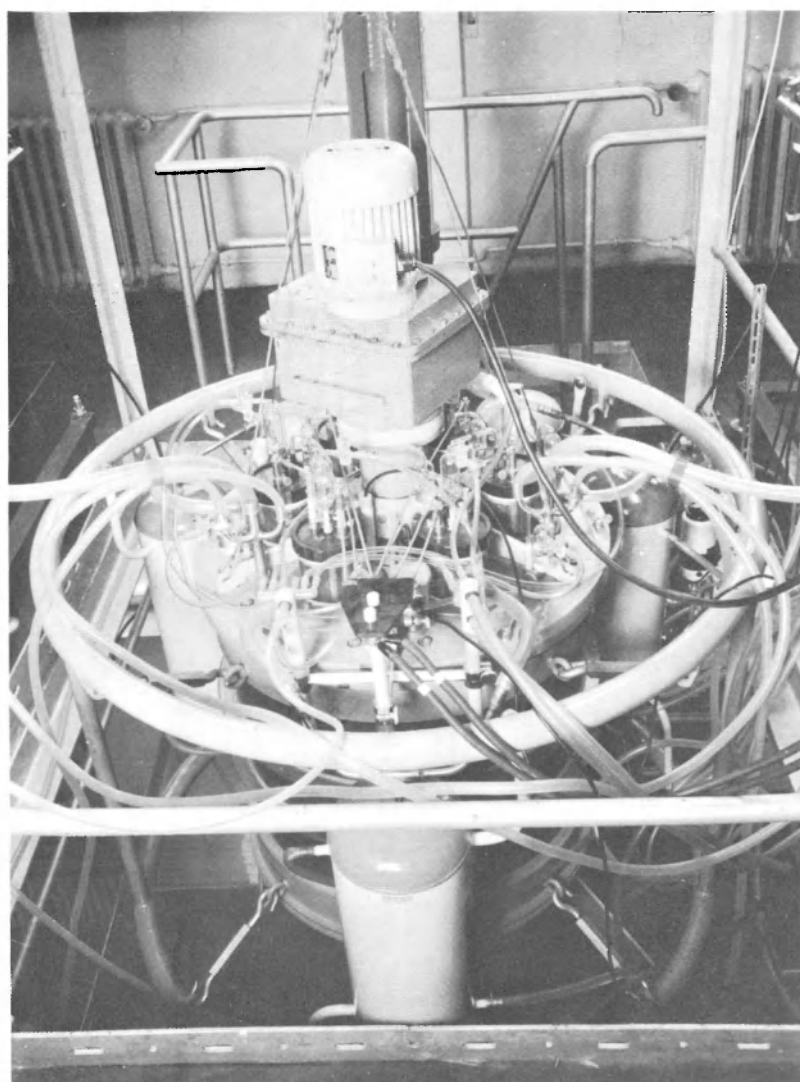
redukcije urana i izgrađuje se najprije pokusna poluindustrijska aparatura, a kasnije i veće poluindustrijsko postrojenje.

Kemičari Instituta objavili su veliki broj radova u domaćim i stranim časopisima, mnogi pojedinci postigli su internacionalni renome, a neke grupe su internacionalno priznate kao poznate škole naučnog rada. Mnogi suradnici djeluju kao sveučilišni nastavnici u drugom i trećem stupnju nastave, a neki su i potpuno prešli na Sveučilište. Institut je u stvari mjesto gdje se odgajaju mnogi budući sveučilišni nastavnici, a data je i mogućnost za izradu i magisterskih i diplomskih radova, i doktorskih disertacija suradnika drugih institucija i privrede. Mnogi problemi privrede mogu se istraživati u laboratorijima Instituta. Sudjelovanje u javnim raspravama, u raspravama o organizaciji naučnog rada i sveučilišne nastave, davanje stručnih mišljenja, popularizacija znanosti takodjer su česti oblici djelovanja pripadnika Instituta.

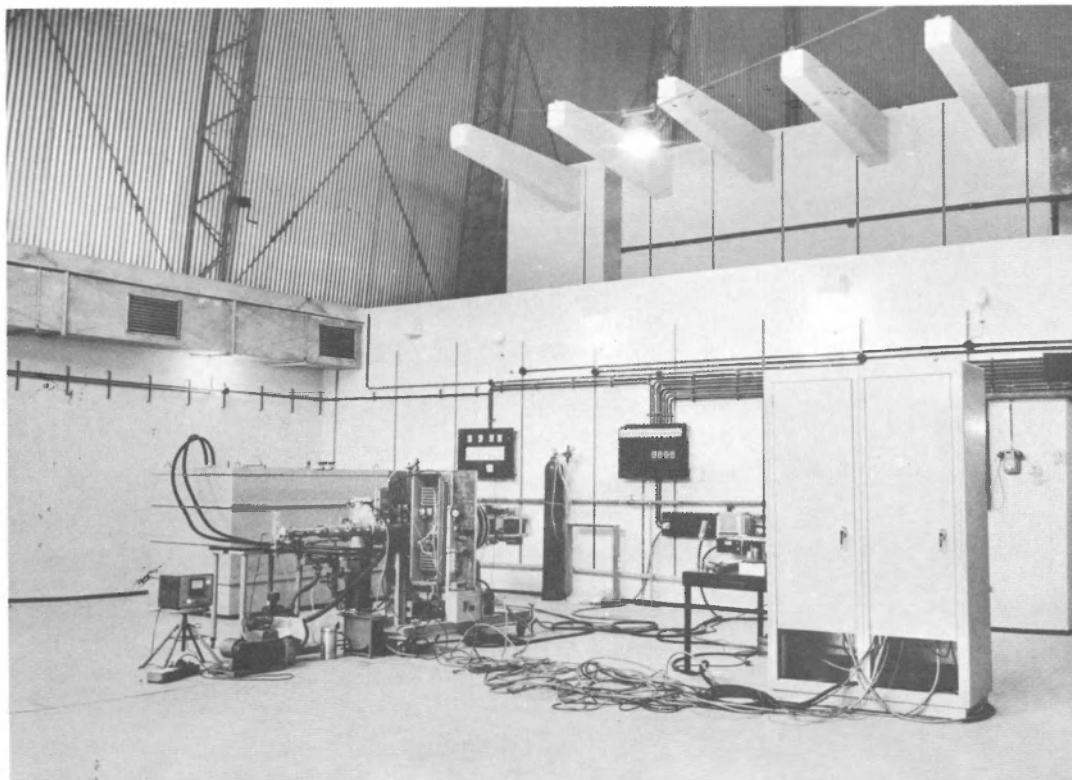
Nema sumnje da su kemičari Instituta i Institut postali jedan od važnih faktora našeg znanstvenog života i time ispunjavaju svoju vrlo značajnu ulogu.



IZ LABORATORIJA ZA ORGANSKE SINTEZE



ĆELIJA ZA ELEKTROKEMIJSKU REDUKCIJU URANA IZ KARBONATNIH OTOPINA
200 litara, 200 A



AKCELERATOR 300 keV



RAČUNSKI CENTAR

Dina Keglević

PODRUČJE ORGANSKE KEMIJE I BIOKEMIJE KAO
DIO DJELOVANJA INSTITUTA "RUDJER BOŠKOVIĆ"

Prva etapa izgradnje Instituta "Rudjer Bošković" nije predviđala neki značajniji prostor za rad na organskoj kemiji i biokemiji, u toj fazi ovom području namijenjena je mala i vrlo specijalizirana uloga: sinteza markiranih organskih molekula. Za te svrhe izgrađen je u zgradi fizike, uz halu gdje se namjeravao smjestiti ciklotron, i odgovarajući laboratorijski prostor. Međutim, koncepcija prof. Ivana Supeka i njegovih suradnika da fundamentalna istraživanja s područja nuklearnih nauka moraju obuhvatiti sve osnovne grane prirodnih nauka ipak je prevladala, i kao posljedica toga u drugoj etapi izgradnje Instituta jedan paviljon namijenjen je isključivo istraživačkom radu na području organske kemije i biokemije. Treba istaknuti da je početna koncepcija prof. Ivana Supeka o ulozi i opsegu organske kemije i biokemije u budućem institutu davala naročiti naglasak na razvitak biokemije. Moderna biokemijska istraživanja u svijetu, baš u razdoblju od 1952-1956, rezultiraju u fundamentalno novim saznanjima s područja genetike, dok je kod nas u to vrijeme moderna biokemija praktički nepoznata. Kao sjećanje na te prvotne tendencije sačuvao se kasnije kroz niz godina i organizacioni naslov novostvorenih grupacija "biokemijske grupe".

Organizacija oko okupljanja stručnog kadra i izrade istraživačkih programa povjerena je profesorima organske kemije i biokemije Sveučilišta u Zagrebu, u prvoj fazi prof.

Krešimiru Balenoviću (Prirodoslovno-matematički fakultet) koji u periodu kada započinje izgradnja novog paviljona okuplja prof. Viktora Hahna (Tehnološki fakultet), prof. Mihovila Proštenika (Medicinski fakultet) i dr Rativoja Seiwertha (Tvornica lijekova "Pliva"); organizacija uređenja laboratorija za proizvodnju markiranih spojeva povjerena je asistentu Prirodoslovno-matematičkog fakulteta dr Dini Keglević koja se 1954. godine vratila sa specijalizacije na tom području.

Paralelno s gradnjom i opremom prostorija na Horvatovcu počinje i rad novostvorenih grupacija u matičnim ustanovama njihovih voditelja. Teme istraživanja su s područja sintetske organske kemije i kemije prirodnih spojeva i čine nastavak problematike s kojom se vodja dotične grupe već i prije bavio. Uveljavljanjem mladih suradnika u laboratorijske prostorije novog paviljona prenesena je i problematika s matičnih ustanova na tlo IRB-a. Problematika koja se obradivala i rezultati istraživanja iz te prve faze djelovanja organske kemije i biokemije u sklopu Instituta vidljivi su iz popisa publiciranih radova suradnika IRB-a u periodu od 1954-1957. godine.

Gledajući iz današnje perspektive na period od 1957. do 1960. godine, dobiva se utisak da je to druga etapa u razvitku organske kemije i biokemije Instituta; u tom su razdoblju neke od započetih tema istraživanja uhvatile korijena i postale sastavni dio institutske problematike dok su druge otpale ili postepeno odumirale.

Reakcije Savezne komisije za nuklearnu energiju (SKNE), koja u to vrijeme postaje isključivi financijer Instituta, bile su redovito nepovoljne na sve predložene planove i programe s područja organske kemije i biokemije; u tim godinama započinje dugogodišnja borba Instituta za

usmjerena fundamentalna istraživanja. Za bolje razumijevanje ondašnje situacije potrebno je istaknuti da SKNE u cijeloj svojoj historiji nije nikada istupila s nekim svojim koncepcijama i programom iz kojeg bi bilo jasno vidljivo što ta vrhunska ustanova za nuklearna istraživanja smatra potrebnim da se radi na području organske kemije i biokemije. Od tema za koje je SKNE u to vrijeme pokazivala neki interes bile su proizvodnja markiranih spojeva za druge korisnike, sinteza spojeva s protektivnim djelovanjem na zračenje i sinteza spojeva koji stvaraju helate s teškim metalima. U tom smislu i neke od postojećih istraživačkih tema prilagođavane su tendencijama financijera.

Medjutim, usprkos stalnoj borbi za odobrenje planova i programa, u tom periodu u Institutu već postoje realni uvjeti za naučnoistraživački rad. To je vrijeme kada u laboratorijima koji obradjuju organsko-kemijsku i biokemijsku problematiku već radi veći broj naučnoistraživačkog kadra, kada se brane prvi doktorati, izradjeni u laboratorijima IRB-a, i kada nastaju prve publikacije kao rezultat istraživačkog rada jedne laboratorijske grupe ili kao rezultat interdisciplinarnog pristupa jednom problemu od strane kemičara, biokemičara i biologa. Koliko su ti uvjeti za istraživački rad, uslijed objektivnih i subjektivnih teškoća, iskorišteni do kraja, vidi se iz popisa publikacija suradnika IRB-a u periodu 1957-1960. godine.

U razdoblju oko 1960. godine dolazi do većih kadrovskih promjena u laboratorijima koji se bave organskom kemijom i biokemijom, koje su imale bitnog utjecaja na daljnji razvitak i usmjeravanje problematike tog područja u Institutu. Namještaju se novi suradnici, već stručnjaci na svom području, a suradnici koji su sudjelovali od samih početaka djelovanja Instituta vraćaju se sa specijalizacija u inozemstvu. Svi oni unose nove ideje i poglede na

sadržaj i formu postojećeg istraživačkog rada. Ne smije se smetnuti s uma da su u tih 10 godina od osnutka Instituta organska kemija i biokemija u svijetu napredovale divovskim koracima: nove teoretske koncepcije, primjena novih fizikalnih metoda i eksperimentalnih tehnika, saznanje da su principi fizikalne kemije od vitalne važnosti za poznavanje i poboljšanje procesa organskih reakcija - doveli su do kvalitativno novih saznanja na tom području. Dolazak novih ljudi u Institut rezultira razvojem disciplina na kojima se u našoj sredini nije uopće radilo, kao i uvođenjem novih eksperimentalnih tehnika i metoda.

U periodu oko 1960. godine započinje rad grupe koja se bavi istraživanjima na području mehanizama organsko-kemijskih reakcija, s glavnim interesom usmjerenim na teoriju sekundarnog izotopnog efekta i njegovu primjenu u objašnjavanju reakcijskih mehanizama. Nastavlja se rad grupe koja se bavi kemijom i biokemijom indolilalkilamina i aminokiselina, s naročitim osvrtnom na metabolizam tih spojeva na celularnom i subcelularnom nivou. U nešto kasnijoj fazi započinje rad grupe koja studira kemiju i stereokemiju heterocikličkih sistema koji imaju helatizirajuća svojstva. Započinja biokemijska istraživanja na problemima restauracije letalne radiolezije, metabolizmu nukleinskih kiselina i biosintezi proteina. U vezi s problematikom nukleinskih kiselina započinje i rad grupe koja radi na kemiji heterocikličkih fragmenata nukleinskih kiselina, s glavnim interesom usmjerenim na kemiju pirimidinskih derivata.

Rad na novim problematikama, odnosno proširenje nekih postojećih, rezultirao je u nešto kasnijoj fazi u pregrupacijama pojedinih laboratorija i konačno u novoj organizacionoj formi cijelog odjela. U razdoblju 1963-1964, formira se unutar Instituta "Rudjer Bošković" Odjel organske

kemije i biokemije, s pet laboratorija: laboratorij za fizikalno-organsku kemiju (voditelj dr Dionis Sunko), laboratorij za stereokemiju i prirodne spojeve (voditelj dr Vinko Škarić), laboratorij za preparativnu organsku kemiju (voditelj prof. Viktor Hahn), radioizotopni laboratorij (voditelj dr Dina Keglević) i laboratorij za celularnu biokemiju (voditelj dr Erika Kos). Ova organizaciona struktura zadržana je uglavnom do danas.

U periodu od 1960. do danas na području organske kemije i biokemije mnogo je mlađih suradnika magistriralo (završilo je postdiplomski studij) i doktoriralo te se razvilo u samostalne naučne radnike. Na pitanje što je organska kemija i biokemija dala našoj zajednici, vjerojatno bi odgoj mladog naučnoistraživačkog kadra došao na prvo mjesto. U odnosu na suradnju s našom industrijom, Institut je bezbroj puta pokušao naći srodne stavove i početnu platformu za zajednička istraživanja koja su zbog objektivnih i subjektivnih teškoća naišli na pozitivne rezonancije nekih industrija tek unatrag nekoliko godina. Danas je općepriзната činjenica da stupanj razvoja organsko-kemijske industrije te kvalitet i intenzitet naučnoistraživačkog rada na tom području daju realan odraz razvijenosti i visine standarda jedne zemlje. Za poželjeti je zato da i suradnici Instituta i naša industrija porade na intenzivnijoj međusobnoj suradnji u budućnosti.

Suradnici Instituta koji rade na području organske kemije i biokemije objavili su svoje rezultate istraživanja u toj trećoj etapi djelovanja ovih disciplina u IRB-u u velikom broju znanstvenih, inozemnih i domaćih, časopisa sa stručnom recenzijom. Neki od tih radova predstavljaju zapažene doprinose svjetskoj nauci odredjenog područja. Pozivi upućeni nekim suradnicima Odjela da održe predavanja na

internacionalnim skupovima i simpozijima, o rezultatima istraživanja grupa u kojima rade očiti je dokaz o uspješnosti takvog rada u internacionalnim mjerilima.

Zaključujući ovaj kratak pregled djelovanja jednog područja u sklopu Instituta "Rudjer Bošković", potrebno je naglasiti da u eri opće intenzifikacije naučnoistraživačkog rada na organsko-kemijskoj i biokemijskoj problematici u svijetu, grupama koje su pokazale i koje će u budućnosti pokazati da uspješno rade na suvremenoj, naučno zdravoj problematici treba pružati punu podršku u radu.

Veljko Stanković

OSVRT NA PROŠLOST, ZNAČENJE I ULOGU BIOLOŠKOG
ISTRAŽIVANJA U INSTITUTU "RUDJER BOŠKOVIĆ"

Biološka istraživanja u Institutu "Rudjer Bošković" započela su nešto kasnije od fizičkih i kemijskih, kojih pet godina nakon osnutka Instituta. Odluka ondašnjeg institutskog Upravnog odbora da se biologiji pruže slične mogućnosti kao i ostalim granama osnovnih prirodnih znanosti povjerenja je na izvršenje Nikši Allegrettiju, docentu fiziologije na Medicinskom fakultetu u Zagrebu. Razumijevanje da je potrebno razviti eksperimentalnu biologiju dovelo je ubrzo i do odluke da se izgradi posebna zgrada za potrebe istraživačkog rada u biologiji. Načinjeni su i nacrti za tu zgradu, tzv. "peto krilo" (već su postojale četiri zgrade namijenjene fizici i kemiji), ali tu se i stalo. Potrebe i odluka Instituta nisu ni onda bili dovoljni da se sagradi kuća, sredstva za gradnju Institut nije imao kao što nije imao ni dovoljno snage da novac izbori iz centralnog fonda Savezne komisije za nuklearnu energiju. Tako se zgrada za biologiju još uvijek nije počela graditi. Biolozima je stoga preostalo da se snalaze. Što se smještaja tiče slobodno su mogli pregradjivati dvije male zgrade koje su deset godina ranije bile provizorno podignute za sasvim drugu namjenu.

Što se pak pravca razvoja znanstvenog rada i eksperimentalnog istraživanja tiče, odlučnu je ulogu imala činjenica što je Institut administrativno spadao u nadležnost

Savezne komisije za nuklearnu energiju (SKNE). Tako je biologija u Institutu počela živjeti i razvijati se čitavih desetak godina, orijentirana daleko najvećim dijelom istraživanju utjecaja zračenja na živa bića.

Takva je orijentacija bila u skladu s tadašnjim općim nastojanjima u svijetu da se što prije i što više upoznaju biološke posljedice radijacije, da se sazna ima li i kakve su mogućnosti da se one spriječe ili isprave. Većini ljudi u to su vrijeme još uvijek bile živo u sjećanju eksplozije atomskih bombi, a atmosfera "hladnog rata" bila je dovoljno topla da širom svijeta podgrijava ulaganja u nuklearna istraživanja općenito pa i u radiobiologiju.

Kao posljedica tih okolnosti nuklearna su istraživanja, naravno, ubrzo rasla, pa su i u međunarodnim razmjerima i unutar naših medja vodila brojem istraživača, brojem radova i stručnih sastanaka. Tako su i radiobiolozi bili prva veća skupina posebno orijentiranih istraživača - biologa u našoj zemlji koja je redovito okupljala radnike na tom području na stručne sastanke. Ukupno ih je bilo sedam, a na njima je održano više stotina referata.

Zanimanje za nuklearna istraživanja bilo je na vrhuncu u prvoj polovini pedesetih godina. Dakle, u vrijeme kad se udaralo temelje biologije u Institutu. To se zanimanje potom smanjivalo, isprva sporije, a polovinom šezdesetih godina prilično naglo. Dok se za relativno intenzivan rast biologije, odnosno radiobiologije može najvećim dijelom zahvaliti posebno privilegiranom položaju i sredstvima nuklearne komisije, dotle se pad interesa za područje radiobiologije može samo djelomično pripisati odluci državne administracije da smanji sredstva SKNE. Naime, interes je morao opadati već zato što se smanjivao i broj neriješenih znanstvenih pitanja u radiobiologiji. Pad interesa

osobito je ubrzavalo to što su druga područja eksperimentalne biologije naglo počela privlačiti sve više pažnju istraživača. Molekularna biologija, celularna genetika, celularna imunologija, transplantacijska imunologija, tumorska imunologija, istraživanje mozga - neka su od onih područja koja su tokom prošlog desetljeća izbila u prvi plan biomedicinskih istraživanja u svijetu.

Što se sad događa s biološkim istraživanjem u Institutu koje je, rekli smo, uglavnom bilo orijentirano ka radiobiološkoj problematici? Da li pad općeg interesiranja i manja sredstva koja su se izdvajala za rad na ovom području izazivaju teške krize, dovodi li do potrebe za preorijentacijom u metodama rada i nabavkom nove opreme, znači li da treba početi s razvojem ispočetka? Ništa od svega toga. Rad i razvoj biologije kretao se već u "radiobiološkoj eri" tako da je istraživanje učinaka zračenja na živa bića bilo usmjereno ka onim sistemima koji su bili jednako zanimljivi i za nova područja biologije. U laboratoriju za celularnu radiobiologiju bili su već ušli u analizu kemijskih zbivanja u stanicama i njihovim organelama, odnosno makromolekulama. Laboratorij za elektronsku mikroskopiju bavio se već analizom i studijem gradje stanica i staničnih dijelova, tj. već se bilo ušlo u studij molekularne biologije, ili u studij celularne genetike. Laboratorij za eksperimentalnu patologiju radijacijskog oštećenja bio je već ušao u studij pojava vezanih s celularnim imunitetom i rastom tumora. Praktički, jedina promjena bila je novo ime Laboratorija (za tumorsku i transplantacijsku imunologiju). Laboratorij za eksperimentalnu neuropatologiju radijacijskog oštećenja bavio se kemijskim procesima povezanim s funkcijom živčanih stanica i tkiva. Laboratorij za eksperimentalnu terapiju radijacijskog oštećenja bavio se pitanjima povezanim s transplantacijskom imunologijom.

Iz ovog kratkog osvrta na prošlost eksperimentalne biologije u Institutu "Rudjer Bošković" može se vidjeti da njezin razvojni put nije samo odgovarao tadašnjim društvenim i općim znanstvenim uvjetima, nego je istovremeno i osiguravao kretanje ka novom i perspektivnom. Ta je okolnost dovela do toga da u Institutu ima stručnjaka koji poznaju raznovrsne probleme povezane s radijacijskim oštećenjem živih bića i reparacijom oštećenja, kao što poznaju probleme transplantacije stanica i tkiva, tumorske imunologije i istraživanja mozga, tj. probleme onih oblasti koje se nalaze u središtu pažnje suvremenog istraživanja na području biologije.

Podatke o broju doktorskih, magistarskih i diplomskih radova te radova objavljenih u znanstvenim časopisima - većim dijelom inozemnim - kao i opis istraživačkog interesa Odjela biologije danas, čitalac može naći na drugom mjestu u ovom zborniku.

Ovom prigodom valja pokušati pogledati i u budućnost. Znanstveni su radnici dužni svoje namjere i planove iznositi javnosti na uvid, i to tim prije što su veći troškovi znanstvenog rada koje treba pokrivati društvenim sredstvima. Valja se zapitati što nam je činiti da se osigura dalji razvoj biološkog istraživanja u Institutu, kao što se treba zapitati da li istraživačkim radom i objavljivanjem rezultata tog rada znanstveni radnici iscrpljuju svoje obaveze prema našem društvu.

Odmah možemo konstatirati poznatu činjenicu da razvoj znanstvenog rada stoji u uskoj medjusobnoj vezi s ekonomskim i općim razvojem društva. Što je društvo razvijenije, to su i uvjeti za znanstvenu djelatnost bolji. Prema tome, znanstvenim je radnicima u interesu ne samo kao građanima, već i kao istraživačima da se naše društvo što uspješnije razvija. Postavlja se sada pitanje mogu li znanstveni radnici

direktno ubrzati razvoj društva. Sigurno da oni sami ne mogu riješiti probleme društva, ali isto tako sigurno mogu znatno pridonijeti njihovom rješavanju ako su organizirani tako da to rade.

Suvremene efikasne mogućnosti medicine ili poljoprivredne proizvodnje, na primjer, u velikoj su mjeri plod primjene rezultata istraživačkog rada u biologiji. Budući razvoj ovih, kao i drugih praktičnih djelatnosti, još će više ovisiti o istraživanju. Činjenica je, međjutim, da se samo mali dio medicine ili poljoprivrede u punoj mjeri koristi dostignućima znanosti. Dobar je dio daleko zaostao, čak i u SAD, zemlji koju se svrstava u najnaprednije. Da bi rezultati znanosti uopće mogli efikasno i brzo pridonijeti razvoju društva, nužno je u prvom redu da se s njima što bolje upozna što veći broj onih stručnjaka koji se tim rezultatima mogu koristiti u praksi.

Smatram stoga da istraživači moraju što prije preuzeti dio vrlo važnog općedruštvenog zadatka da se zaposlene stručnjake stalno i prikladno informira o dostignućima znanosti i o mogućnostima primjene tih dostignuća. Istraživači u biologiji morali bi mnogo više truda uložiti u pisanje monografskih prikaza i preglednih članaka u našim stručnim časopisima namijenjenim širokoj stručnoj javnosti. Morali bi još više sudjelovati u sveučilišnoj nastavi, pripremanju udžbenika i priručnika, te u različitim drugim dopunskim oblicima izobrazbe i informiranja.

Smatram, dakle, da za dobrobit i društva i znanstvenog rada istraživači moraju što više pomagati širenju rezultata znanosti koji stručnjacima u praksi mogu služiti kao oruđe za brži razvoj. Naravno da ni najbolja znanstveno-tehnološka informiranost stručnjaka još ne osigurava brži napredak društva, ali se društvo vrlo vjerojatno neće brže razvijati ako se bitno ne popravi informiranost što šireg kruga praktičara. U takvom se slučaju ne može očekivati ni

brži razvoj znanstveno-istraživačke djelatnosti.

Druga smjernica plana razvoja biološkog istraživanja treba da upućuje što tješnjem funkcionalnom i strukturnom približavanju ne samo različitih jedinica i grupa u Institutu, nego i s okolnim istraživačkim i kliničkim centrima. Na taj način mogla bi se umnogostručiti raspoloživost metoda i tehnika za istraživački rad bilo eksperimentalni bilo klinički, praktički s istim sredstvima. Suplementarnost znanja stručnjaka različitih disciplina povećala bi vrijednost i sposobnost ekipe da se prihvati opsežnih i kompleksnih istraživanja multidisciplinarnog karaktera bilo na domaćem bilo na međunarodnom planu. Brojčano jaka, a disciplinarno široka, istraživačka ekipa bila bi u stanju operativno organizirati seminare i kurseve prilagodjene potrebama praktičara različitih profila. Uvjerem sam da nije potrebno dalje nabrojati moguće dobre strane što šire integracije znanstvenog potencijala na području biomedicinskog istraživanja. Prednosti su toliko velike i brojne da ni krutost propisa ni bilo kakve druge smetnje ne bi smjele spriječiti postupno ostvarenje tog plana koji je sigurno u općem interesu.

Znanstveni problemi s kojima se bave istraživači Odjela biologije brojni su i raznovrsni. Zajednička im je značajka aktuelnost i komplementarnost s problemima s kojima se bave mnogi istraživački centri u svijetu i u našoj zemlji. Problematika je aktuelna ne samo zato što pokušava prodrijeti u tajne različitih normalnih i abnormalnih bioloških pojava, nego osobito zato što je okrenuta rješavanju nekih velikih briga suvremenog svijeta - tumorskim, virusnim i autoimunim bolestima, bolestima mozga, transplantaciji tkiva i stanica ili biljnoj proizvodnji.

Ovakav široki interes relativno male skupine istraživača nesumnjivo smanjuje moć koncentracije za rješavanje nekog problema, ali osigurava da u našoj sredini imamo istraživače specijaliste barem za neka važna područja biomedicine. To osigurava mogućnost znalačke procjene i selekcije vrijednih informacija. Prvu ekspertizu nekog objavljenog podatka može, naime, dati samo čovjek s vlastitim odgovarajućim iskustvom. Danas na području biomedicine postoji već vrlo velik broj usko specijaliziranih grana, a količina informacija koje se svakodnevno pojavljuju je nepregledna. Sve ovo čini vrlo važan razlog zbog kojeg društvo mora u općem interesu planirati i omogućiti da se aktivnim znanstveno-istraživačkim radom bavi sve veći postotak školovanih ljudi. Biologija Instituta mora biti spremna da dio tih ljudi prihvati i usmjeri u pravcu koji će najviše odgovarati stanju znanosti u svijetu i potrebama našeg društva.

Marko Branica

OCEANOLOGIJA

U posljednje vrijeme interes za izučavanje mora raste u cijelom svijetu. More krije neslućena bogatstva; mogući su kontrolirana biološka produkcija, iskorištavanje mineralnih sirovina, fosilnih goriva, a pogodno je i kao ogromni rezervoar za spremanje raznog otpada. Dok se ranije istraživanje sastojalo gotovo isključivo u upoznavanju i iskorištavanju mora, danas sve više dolazi do izražaja očuvanje i zaštita mora, što na svaki način uključuje i njegovo racionalno i optimalno korištenje. Nagli razvoj tehnike i industrijalizacije, i to ne samo na moru, već prvenstveno na kopnu, uzrokuje sve veće i veće zagađivanje mora. Ovo nas danas zabrinjava jer dolazi do onemogućavanja života ljudi i normalnih odnosa biotopa u moru. Zbog toga su poduzeti razni regionalni i internacionalni pothvati kako bi se smanjilo zagađivanje životne sredine, tj. zemlje, rijeka i mora.

Jadran je zatvoreni zaljev Sredozemnog mora, po svom biološkom kapacitetu relativno je siromašan, skoro netaknute prirode. Ovo nam nalaže najveću pažnju da nam Jadransko more ne služi samo kao izvor bogatstva za privredu, nego također kao izuzetno zdrav, lijep i privlačan životni prostor.

Prva organizirana istraživanja istočne obale Jadrana vršena su za vrijeme francuske okupacije. Austrija inicira mjerenja obale Istre i Dalmacije oko godine 1822, dok sistematska mjerenja čitavog istočnog dijela Jadrana obuhvaćaju razdoblja od

godine 1866. do 1870, i ponovno od godine 1880. do 1885.

Oceanografska istraživanja u prošlom i početkom ovog stoljeća vrše austrijski brodovi. Medjutim, najveći doprinos u poznavanju Jadranskog mora dala su zajednička istraživanja Austro-Ugarske i Italije od 1910 - 1914. s brodovima NAJADE i CICLOPE rukovodjena posebnom komisijom.

S biološkim istraživanjima započinju Talijani krajem XVIII, a intenzivnije tek u XIX stoljeću. Na našoj obali taj se rad razvija tek u drugoj polovini XIX stoljeća. Znatno udio u istraživanju istočne jadranske obale imaju i stranci, pretežno naučni radnici iz srednje Evrope. Najveći doprinos poznavanju biologije organizama Jadranskog mora dala je "Zoološka stanica" u Trstu koja djeluje od 1876. do 1918. u sklopu Univerziteta u Beču. Druga institucija na Jadranu osnovana je godine 1891. u Rovinju koja je do 1918. djelovala je u sklopu Pruske akademije kao stanica berlinskog akvarija.

Prva naša sistematska istraživanja na upoznavanju organizama Jadrana zahvaljujemo nestoru hrvatske zoologije Spiridionu Brusini koji je potporom Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti od godine 1868. nadalje nekoliko puta posjetio istočnu obalu Jadrana, sakupio brojne podatke i materijal te ga i objavio.

Prirodoslovci iz južnoslavenskih zemalja imali su prilike da se upoznaju s istraživanjem mora u "Zoološkoj stanici" u Trstu (L.Car, P.Grošelj, J.Hadžić, V.Vouk i drugi), no nije im bilo dozvoljeno da sudjeluju u ekspedicijama. Istovremeno su Mađari imali i svoju "Zoološku stanicu" na Rijeci i istraživali od Rijeke do Visa s brodom NAJADE. Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti od godine 1913. do 1914. s brodom VILA VELEBITA istražuje samo u širem području Kvarnera.

Odmah nakon svršetka I svjetskog rata sudionici istraživanja VILA VELEBITA potakli su putem Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti osnivanje prve naše naučne ustanove za istraživanje mora. Realizacija je uslijedila tek 1930. s osnivanjem Biološko-oceanografskog instituta u Splitu. Skučena sredstva, neadekvatna plovila, a nadasve činjenica da su od 1930. do 1941. radila samo tri, odnosno četiri naučna radnika, onemogućila su opsežnija istraživanja Jadranskog mora. Ipak, stvoreni su početni uvjeti za rad i izvršeni prvi, i u stranom svijetu zapaženi radovi. Odmah poslije II svjetskog rata pristupilo se dovršenju zgrade Instituta u Splitu, a takodjer je organiziran rad u Hidrografskom institutu RM. Povećan je broj istraživača, a dva broda PREDVODNIK i HVAR omogućili su istraživanja duž cijelog Jadrana.

Istraživački centar u Rovinju, kao što smo već napomenuli, započinje s radom godine 1891. od kada i postoji sadašnja zgrada. Za vrijeme okupacije istarskog područja (1918-1945) djeluje Institut za biologiju mora (IBM) u talijansko-austrijskoj organizaciji. Nakon oslobođenja Istre Institut (IBM) ulazi u okvir Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti. Institut "Rudjer Bošković" 1962. osniva svoj prvi istraživački laboratorij u Rovinju. Godine 1968. dolazi do sporazuma između Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, Instituta "Rudjer Bošković" i Sveučilišta u Zagrebu o stvaranju zajedničke organizacije.

Na osnovu plebiscita u obje znanstvene ustanove (IBM i IRB) dolazi do integracije, te se 1.I 1969. osniva Centar za istraživanje mora - Rovinj kao suradna ustanova Instituta "Rudjer Bošković" i Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti.

Dosadašnja istraživanja i rezultati rada Centra za istraživanje mora mogu se sažeti:

- u laboratorijska istraživanja na mehanizmu raznih fizičko-kemijskih procesa i ravnoteža, u homogenim i heterogenim sistemima, fiziologiji nekih marinih organizama uz upotrebu raznih radionuklida, sistematsko ispitivanje metodika i tehnika potrebnih za rad na terenu, odnosno na uzorcima dobivenim s istraživačkih postaja, razvoju novih separacionih postupaka za dobivanje nuklearnog goriva (prvenstveno UO_2), te na problemima uzimanja uzoraka i njihove reprezentativnosti, odnosno

- u terenska istraživanja sjevernog Jadrana i to na definiranje i praćenje osnovnih oceanografskih parametara (na tri stalne postaje), primarne organske produkcije, sistematike i ekologije marinih organizama, radioekologije, te radioaktivnosti morske vode i sedimenata, određivanje nekih mikrokonstituenata u morskoj vodi, kao i drugih parametara u ovom relativno bogatom ribolovnom području, kao što su npr. problemi uzgoja školjkaša, dinamike obraštaja i mogućnosti daljnjeg razvoja uzgoja privredno interesantnih morskih organizama.

Kao specijalizirani časopis s područja oceanologije izdaje se "Thalassia Jugoslavica" u zajednici s Jugoslavenskom akademijom znanosti i umjetnosti.

U slijedećem razdoblju osnovna orijentacija Centra za istraživanje mora je u zajedničkim i istovremenim istraživanjima na terenu (s brodom VILA VELEBITA) u laboratorijima uz more (laboratoriji u Rovinju), odnosno metodološko-sistematskim istraživanjima (laboratoriji u Zagrebu), i to usmjeravano na definiranje prirodnih uvjeta sjevernog Jadrana, kako bi se mogao ocijeniti utjecaj zagađivanja (radioaktivni otpad, teški metali, pesticidi i herbicidi, površinski aktivne supstancije, nafta i derivati - otpad urbanih sredina) i

dinamike degradacije prirodnih uvjeta, te uz suradnju sa zainteresiranom privredom na odredjivanju optimalnih uvjeta iskorištavanja umjetnog uzgoja, odnosno prirodnih bogatstava iz mora.

Orijentacija na ova istraživanja omogućit će da se Centar za istraživanje mora dobro uklopi u strukturu i zahtjeve predviđenog programa makroprojekta "Kompleksno istraživanje Jadranskog mora", te da tako na osnovu komplementarnosti i razgraničenja djelovanja s ostalim institucijama na području oceanologije čini logičnu i programatsku cjelinu.

U sadašnjoj fazi Centar za istraživanje mora trebao bi niz investicionih zahvata, kao što su adaptacija i preuredjenje: zgrada bolnice (objekt B) u laboratorijski prostor, broda VILA VELEBITA u moderni istraživački brod, te staru zgradu (objekt A) u odgovarajuće praktikume i predavaonice, kao i potrebni studentski dom. Ovakvim investicionim zahvatima i uz istovremenu brigu o razvoju mladih istraživača moći će Centar za istraživanje mora održati započeti propulzivni razvoj i dalje proširiti dosadašnju internacionalnu afirmaciju.

Potrebno je naglasiti da, uz relativno mala ulaganja, Centar za istraživanje mora može postati jedan od najznačajnijih znanstvenih središta na Mediteranu.

Dušan Srdoč

SLUŽBA ZAŠTITE OD ZRAČENJA

U toku proteklih godina rutinski i istraživački rad bili su glavna djelatnost službe zaštite od zračenja. Rutinski rad sastoji se, u prvom redu, u zdravstvenoj kontroli osoblja koje je izvučeno ionizirajućem zračenju, zatim u kontroli radnih mjesta i uvjeta rada. Posebno se kontroliraju jaki izvori ionizirajućeg zračenja, npr. ciklotron, neutronske generator, kobaltni izvor jačine 2000 Ci, kao i laboratoriji gdje se radi s otvorenim izvorima (tzv. hot-laboratoriji). Od ukupnog broja zaposlenih u Institutu, oko 20% sudjeluje u radu s izvorima zračenja, odnosno 100 do 130 radnika u posljednjih nekoliko godina.

Istraživački rad usko je povezan s primjenom na području zaštite od zračenja, utjecajem zračenja na biološke sisteme te mjernom tehnikom.

Mjerenjem koncentracije radionuklida u biosferi bavi se grupa istraživača u sklopu ^{14}C laboratorija. Gradnja vrlo složenog uređaja za određivanje ekstremno niskih aktiviteta trajala je više godina. Uređaj je u rutinskom pogonu dvije godine i njime se vrši određivanje koncentracije ^{14}C u prirodnom materijalu. Ta metoda, poznata pod nazivom "Radiocarbon dating", koristi se za određivanje starosti organskog materijala. Izmjereno je oko 70 uzoraka značajnih za arheologiju i paleontologiju, kao npr. datiranje nalazišta Lepenski vir, starohrvatskih brodova iz Nina i crkve sv. Donata u Zadru. Sličnom eksperimentalnom tehnikom određuje se kon-

centracija radionuklida u namirnicama, vodi i zraku.

Na području fizike plazme istraživački rad je usmjeren na proučavanje procesa u detektorima ionizirajućeg zračenja. Izučavaju se proboj u plinskim smjesama i proces stvaranja lavine u brojačima, te distribucija veličine impulsa kod proporcionalnih brojača.

Grupa istraživača bavi se mikrodozimetrijom, novom disciplinom na području zdravstvene fizike. Nukleus ovih istraživanja stvoren je na Columbia University i proširen u daljnjem radu na ovom Institutu. Svrha istraživanja je upoznavanje djelovanja ionizirajućeg zračenja na žive stanice putem mjerenja deponiranja energije zračenja u mehaničkom modelu stanice. Iz tog područja objavljen je pionirski rad, a vrši se analiza mjernih podataka koja obuhvaća niz disciplina - od interakcije zračenja s materijom do bioloških efekata.

Područje istraživanja Službe zaštite od zračenja obradjeno je u 3 disertacije, 2 magistarska rada te nizu publikacija i diplomskih radova suradnika Službe.

ODJEL TEORIJSKE FIZIKE

Pročelnik: dr Gaja Alaga, red. sveuč. profesor

Zamjenik: dr Vladimir Šips, naučni suradnik

GRUPA ZA VISOKOENERGETSKU NUKLEARNU FIZIKU

Voditelj: dr Nikola Zovko, naučni suradnik

Zamjenik: dr Mladen Martinis, naučni suradnik

GRUPA ZA NISKOENERGETSKU NUKLEARNU FIZIKU

Voditelj: dr Dubravko Tadić, izv. sveuč. profesor

Zamjenik: dr Emil Coffou, viši asistent

GRUPA ZA ČVRSTO STANJE

Voditelj: dr Vladimir Šips, naučni suradnik

Zamjenik: dr Marijan Šunjić, viši asistent

GRUPA ZA MATEMATIČKE METODE

Voditelj: dr Nedžad Limić, naučni suradnik

Zamjenik: dr Ibrahim Aganović, sveuč. docent

*

Početkom pedesetih godina počinje rad Odjela, pa tom posljednjem razdoblju razvoja fizike u svijetu možemo posvetiti malo više pažnje. Glavna dostignuća u nuklearnoj fizici u tom periodu su uočavanje individualnih i kolektivnih stupnjeva slobode i njihove međusobne interakcije. To je uočeno u analogiji s atomima, molekulama, čvrstim stanjem i plazmom. Osim toga, problemi nuklearnih reakcija (naročito direktnih) doživjeli su znatan napredak u formulaciji i razumijevanju. Nadjena su izobarna analogna stanja. Počele su se razvijati mikroskopske metode za računanje svojstava jezgri i nuklearne mate-

rije. Od problema plazme vrijedno je spomenuti napretke na izučavanju dinamike plazme u kojoj se glavna pažnja posvećuje kolektivnim procesima i transportnim pojavama. Napreduju također i problemi fuzije. U fizici čvrstog stanja svjedoci smo rješenja problema supravodljivosti i velikog napretka u oblasti suprafluida, tj. mnoštva čestica. U nuklearnoj fizici otkriveno je nesačuvanje pariteta, što je stimuliralo u velikoj mjeri razvoj slabih interakcija. Također su nadjeni procesi koji kod elementarnih čestica ne čuvaju CP-simetriju. U fizici elementarnih čestica velika pažnja se posvećuje klasifikaciji čestica. Vidan napredak je ostvaren spoznajom važnosti viših simetrija za klasifikaciju elementarnih čestica. Teorija raspršenja kako potencijalnog tako i višestrukog doživljava svoj živi razvoj. Ustanovljena je dualnost u procesima elementarnih čestica, što je omogućilo intenzivnu konstrukciju različitih sumacionih pravila.

Odjel teorijske fizike nastojao se uklopiti u zbivanja u fizici koja su se odigravala u svijetu. S jedne strane, Odjel je želio biti u toku zbivanja, a, s druge strane, dati i svoje doprinose općem napretku. U tome je Odjel imao više ili manje uspjeha. U nekim zbivanjima sudjelovali smo aktivno dok su druga prošla mimo nas.

Grupu za visokoenergetsku nuklearnu fiziku (Fiziku elementarnih čestica) od osnutka Instituta "Rudjer Bošković" do danas sačinjavalo je u prosjeku pet do deset naučnih radnika, koji su u tom razdoblju objavili u renomiranim svjetskim časopisima preko 100 naučnih radova. Najviše zasluga za oformljenje i održanje tradicije grupacije teoretskih fizičara toga smjera kod nas pripada I. Supeku, V. Glaseru i B. Jakšiću. Mada se mnogi bivši članovi Grupe ne nalaze danas u njenom sastavu, Grupa uspješno prati i sudjeluje u radu na glavnim smjerovima razvoja bazičnih koncepata teorije jakih, elektromagnetskih i slabih međudjelovanja elementarnih čestica: algebre struja, unitarne simetrije, fenomenološki pristupi visokoenergetskim procesima, teorija i primjena kompleksnog angularnog momenta, analitičnost fizikalnih funkcija i disperziona teorija s težištem na mezonskoj fizici, narušanje CP-simetrije, nuklearni potencijali koji narušavaju paritetnu simetriju,

elektromagnetska struktura nukleona i pseudoskalarnih mezona, fizikalna i matematička svojstva relativističkih jednadžbi za sisteme kvarkova,

U svijetu su posebno zapaženi radovi Grupe koji se odnose na probleme elektromagnetske strukture čestica proizvoljnog spina, potencijalnog raspršenja i drugih.

Rad na niskoenergetskoj nuklearnoj fizici odvijao se u okviru beta-raspada, slabih interakcija, direktnih reakcija i modela atomskih jezgri. Grupa je u prosjeku imala pet do deset suradnika.

Posebna pažnja posvećena je ulozi pseudoskalarnog vezanja u slabim interakcijama, ali unatoč svim nastojanjima problem je ostao do danas neodređen a osim toga, vršene su analize anomalnih dozvoljenih i zabranjenih spektara. Analize su pokazale da odstupanja koje su pojedine eksperimentalne grupe našle u obliku u kojem su prezentirana ne mogu biti protumačena u okviru standardne V-A teorije beta-raspada. Nadjeno je da su relativističke korekcije male. Pokazano je do koje mjere struktura deuteronu utječe na svojstva kutne raspodjele protona. Računati su spektri i svojstva konfiguracija $(9/2)^4$, $(11/2)^4$ i $(11/2)^6$. Egzaktna rješenja za PP i QQ silu uspoređena su sa shematskim rješenjima, i nadjeno je da za QQ u $(11/2)^6$ imamo degeneraciju s obzirom na deformaciju. Ispitivana su zatim te kvalitativno i kvantitativno razjašnjena izvjesna svojstva tzv. vibracionih jezgri. Nadjena su K izbor na pravila i pravila intenziteta za beta-i gama-prijelaze jako deformiranih jezgri. Dobiveni su izrazi za potencijale koji ne čuvaju paritet. Izračunata je cirkularna polarizacija gama-zraka kod Ta^{181} i nadjeno zadovoljavajuće slaganje s eksperimentom. Egzaktno je riješen kvantno-mehanički problem triju tijela za harmoničke sile. Rješenje je primijenjeno na 3H i 3He . Izučavana su nadalje svojstva Hartree-Fockovog rješenja i vibracije sparivanja. Nastojalo se u reprezentaciji kvazičestica s relativističkim interakcijama izračunati osnovne karakteristike nekih jezgri.

Grupa za čvrsto stanje izučava probleme u vezi s električnom vodljivošću i međudjelovanjem naboja u kristalima. Izučavana je

fotoluminiscencija metala i određeno je srednje vrijeme raspršenja energije elektrona na titrajjima kristalne rešetke. Značajan doprinos na području transportnih fenomena je u nalaženju diferencijalne jednačbe za funkciju elektronske raspodjele na niskim temperaturama. Ta jednačba omogućava proračun električne vodljivosti za metale proizvoljnih energetskih ploha (I. Supek, I. Supek u suradnji s V. Glaserom i B. Jakšićem).

Medjudjelovanje elektron-elektron i elektron-fonon u kristalima analizirano je putem dielektrične formulacije. Osobita pažnja posvećena je utjecaju elektronske izmjene i korelacije na kolektivna gibanja čestica i kvazičestica u čvrstim tijelima. Razvijene metode primijenje su takodjer na proračun odgovarajućih veličina u klasičnoj i slabo degeneriranoj fazi.

Područje istraživanja čvrstog stanja prošireno je nakon što je Odjelu teorijske fizike kao vanjski suradnik pristupio Krunoslav Ljolje. On je vodio rad grupe koja je radila na izučavanju kolektivnih efekata u kristalima. Ispitivani fenomeni vremenom su se proširili na niz problema koji u priličnoj mjeri povezuju ovisnost o utjecaju elektron-elektron interakcije i njezinom zasjenjenju; to su problemi raspršenja elektrona na fononima, energija i vrijeme života plazmona i fonona, plazmaronska i polaroniska pobudjenja, fotoemisija elektrona, spektri rendgenskih zraka, električka i magnetska svojstva razrijeđenih legura, gubitak brzih čestica kod prolaza kroz tanke slojeve kristala itd. Rad na ovim zadacima obavljao se u suradnji s odgovarajućim grupama u Sarajevu, Londonu, Trstu i Liègeu.

Manji broj naučnih radnika zanimao se za matematičke probleme koji se susreću u fizici. Tako su D. Blanuša i V. Devide bili članovi Odjela teorijske fizike u početnom razdoblju IRB i pretežno se bavili problemima matematičke prirode u teoretskoj fizici. Kasnije se susrećemo s mladim ljudima koji su u međuvremenu završili studij i dobili obrazovanje kako u fizici tako i u matematici. Bili su to A. Grossmann, S. Kurepa, I. Aganović, N. Limić i K. Veselić. U skoroj budućnosti doći će mladji članovi poslije završetka studija, a Grupa će se isto tako proširiti s nekoliko novih vanjskih suradnika.

Istraživački rad ove Grupe odnosio se na perturbaciju hermitskih i normalnih operatora i primjene u kvantnoj mehanici, rubne probleme eliptičnih diferencijalnih jednadžbi, algebru i analizu vektorskih i tenzorskih polja, reprezentacije polugrupa itd.

Pokazalo se da se daju topologizirati beskonačno dimenzionalne i Liejeve algebre koje su analogne nepotpunim Liejevim algebrama konačne dimenzije. Uniformno ograničena reprezentacija aditivne polugrupe pozitivnih realnih brojeva na Banachovom prostoru ekvivalentna je izometričkoj reprezentaciji. Reprezentacija kompaktne topološke grupe na lokalno konveksnom prostoru reducira se na konačno dimenzionalne reprezentacije. Proučavana su spektralna svojstva perturbiranog hermitskog operatora (i u indefinitnom skalarnom produktu), i ti su rezultati primijenjeni na Schrödingerovu, Diracovu i Klein-Gordonovu diferencijalnu jednadžbu. Obradjen je jednostavan i prikladan pristup vektorskoj i tenzorskoj algebri koji predstavlja opću i prikladnu shemu za veliki broj primjena. Bitna je pri tome sinteza pojmova kontra- i kovarijantnosti s bra- i ket-oblicima. Istraživane su najznačajnije posljedice takvog pristupa i razvijena je i adekvatna simbolika. Na sličan je način razvijena i analiza za vektorska i tenzorska polja. Metodom minimalnih površinskih integrala istraživana je mješoviti rubni problem za opću diferencijalnu jednadžbu eliptičkog tipa u R_n .

Iz iznesenog naučnog rada Odjela vidljivo je da je Odjel njegovao i radio na mnogo raznovrsnih problema, te da je u njegovih preko 200 publiciranih naučnih radova obuhvaćen veliki dio teoretske fizike.

Sve tri grupe, osim Grupe za čvrsto stanje, imaju podjednaki broj suradnika. U posljednje vrijeme nastoji se taj nedostatak suradnika u Grupi za čvrsto stanje nadoknaditi orijentacijom stipendista na to područje.

Jedna od osnovnih otežavajućih okolnosti, naročito niskoenergetske nuklearne fizike, bio je nedostatak elektronskog računskog stroja. Nabavkom elektronskog računskog stroja i nadom u brzo proširenje njegovih kapaciteta vjerojatno će pomoći rješenju spomenutih problema u znatnoj mjeri. To je bio jedan od glavnih razloga koji je djelovao na smanjenje publikacija u spomenutom

periodu u Grupi za niskoenergetsku nuklearnu fiziku. Problemi koji se daju analitički riješiti gotovo ne egzistiraju, a očito su rezervirani za mali broj izabranih.

Aktivnost Odjela teorijske fizike u znanstvenom radu u proteklom periodu, s obzirom na okolnosti u kojima se odvijao, bio je uspješan i zadovoljavajući. Izvjestan broj radova suradnika Odjela teorijske fizike zapažen je u svjetskoj znanstvenoj javnosti i postao je stalna referenca udžbenika koji se bave dotičnom problematikom.

Ono što nije zadovoljavalo u radu teoretske fizike, a što sasvim ne zadovoljava niti danas, je veza s eksperimentalnom fizikom. Na žalost, ta veza nije bila najbolja. Razlozi su najviše u tome što se oni problemi, koje su teoretski fizičari znali izračunati, nisu mogli mjeriti na postojećim uređajima kod nas. S druge strane, zbog pomanjkanja većeg elektronskog računskog stroja, oni eksperimenti koji su načinjeni u našoj sredini nisu mogli biti analizirani. Porastom broja teoretskih fizičara, kao i rješanjem ovih drugih problema, suradnja je postala daleko bolja, ali još uvijek ne zadovoljava.

Po mišljenju članova Odjela teorijske fizike, iako učešće u nastavi zahtijeva izvjesno vrijeme, ono je neobično korisno kako za same članove Odjela, tako za Odjel, za IRB, fakultete na kojima se nastava odvija i našu zajednicu. Suradnici stječu iskustvo u nastavnom radu te u isto vrijeme ponavljaju, a često i nadopunjavaju, znanje stečeno tokom školovanja. Odjel i IRB imaju koristi od nastavnog rada suradnika Odjela, jer na taj način direktno utječu na nastavu i dolaze u neposredni kontakt sa studentima koji predstavljaju budući podmladak Instituta. Taj rad istovremeno donosi afirmaciju i priznanje samom Institutu u našoj sredini. Kroz suradnju fakulteti dolaze do kvalitetnih kadrova i poboljšanja nastave, pa je suradnja na obostranu korist i zadovoljstvo.

Reformom Sveučilišta stvorene su mogućnosti da ta međusobna suradnja postane mnogo intenzivnija.

Za male zemlje, kao što je naša, i u situaciji u kojoj se mi često nalazimo u pogledu kadra i tradicije, jedina mogućnost brzog razvoja

teoretske fizike kod nas bila je "presadjivanje" problematike iz poznatih centara, s ciljem da se i kod nas stvori atmosfera i tradicija istraživačkog rada. To rješenje samo je djelomično uspjelo. Naime, uspjelo je stvoriti kadrove, ali ih je teže bilo zadržati. Tako se još uvijek borimo sa stvaranjem kritične mase koja je potrebna za samoodržavanje i napredovanje jednog odjela koji se bavi teoretskim istraživanjem. Naročitu poteškoću predstavlja zadržavanje upravo onih boljih, da ne kažemo, ključnih kadrova.

Teško je spriječiti one koji su zaista odlučili da promijene sredinu, ali se s uspjehom može djelovati na to da do te odluke ne dođje. Mogu se stvoriti povoljnije prilike za znanstveni rad u našoj sredini. Osim toga, za povećanje kritičnog broja fizičara veoma važnu ulogu može odigrati grupiranje susjednih zemalja u veće grupacije u obliku regionalne suradnje. Institut "Rudjer Bošković" i Institut "Jožef Stefan" poduzeli su korake da bi se stvorile mogućnosti za regionalnu suradnju. Teoretska fizika očekuje veliki doprinos rješenju svojih problema ostvarenjem mreže regionalne suradnje. Razlog tome je što je teoretska fizika u kadrovskoj mogućnosti za suradnju, a regionalnom suradnjom će se otvoriti šire mogućnosti.

* * *

ODJEL ZA NUKLEARNA I ATOMSKA ISTRAŽIVANJA

Pročelnik: prof. Petar Tomaš, viši naučni suradnik

Zamjenik: dr Ksenofont Ilakovac, izv. sveuč. profesor

LABORATORIJ ZA NUKLEARNE REAKCIJE

Voditelj: dr Branka Antolković, naučni suradnik

LABORATORIJ ZA NUKLEARNU SPEKTROSKOPIJU

Voditelj: dr Nikola Cindro, naučni savjetnik

Zamjenik: dr Vladimir Knapp, izv. sveuč. profesor

LABORATORIJ ZA ATOMSKA ISTRAŽIVANJA

Voditelj: dr Branimir Marković, prof. visoke škole

Zamjenik: mr Anton Peršin, asistent

POGON CIKLOTRONA

Voditelj: inž. Tomislav Lechpammer, stručni suradnik

Zamjenik: inž. Branko Babarović, stručni asistent

POGON COCKCROFT-WALTON AKCELERATORA

Voditelj: dr Guy Paić, naučni suradnik

Zamjenik: Mirko Barac

LABORATORIJ ZA KIBERNETIKU

Voditelj: dr Vladimir Bonačić, naučno-stručni suradnik

Zamjenik: mr Krunoslav Čuljat, naučno-stručni asistent

LABORATORIJ ZA ISTRAŽIVANJE ELEKTROMAGNETSKIH INTERAKCIJA

Voditelj: dr Ksenofont Ilakovac, izv. sveuč. profesor

LABORATORIJ ZA MOLEKULARNA ISTRAŽIVANJA

Voditelj: dr Lidija Colombo, naučni suradnik

U Odjelu za nuklearna i atomska istraživanja odvija se rad u područjima nuklearne, atomske i molekularne fizike, te kibernetike i akceleratorne tehnike. Osnovna oprema s kojom Odjela raspolaže je slijedeća: ciklotron koji ubrzava deuterone do energije 16 MeV, dva Cockcroft-Walton akceleratora energije 200 keV i 300 keV, računski strojevi CAE 90-40 i PDP-8, uredjaji za koincidentna mjerenja i višeparametarsku analizu, dva lasera, dva optička spektrometra i jedan monokromator.

Istraživanja u nuklearnoj fizici obuhvaćaju studij nuklearne strukture, ispitivanje nuklearnih reakcija induciranih neutronima i nabijenim česticama, ispitivanje mehanizma istih procesa, studij sistema s malim brojem čestica, istraživanje nuklearnih sila, nuklearne spektroskopije, beta- i gama-spektroskopije, Mossbauer-efekt, mjerenja nuklearnih podataka, važnih za reaktore, te istraživanje elektromagnetskih interakcija. Posebna pažnja pridaje se razvoju eksperimentalnih metoda i tehnika.

U atomskoj fizici istraživanja su usmjerena na elementarne procese, vezane za plinske lasere, te na optičko pumpanje. Rad na području molekularne spektroskopije odvija se od osnutka Instituta, i to na području vibracione, Raman-infracrvene spektroskopije. Nagli razvoj laserske tehnike otvorio je novo područje istraživanja na intermolekularnoj interakciji, te prema graničnim područjima. Uvode se kibernetičke metode u laboratorijska istraživanja. Istražuju se pseudo-slučajni procesi s primjenom u neurofiziologiji i nuklearnoj fizici i razdružuje se problem kodiranja informacija.

Okosnicu rada Laboratorija za nuklearne reakcije čini Cockcroft-Walton akcelerator od 200 keV koji se najviše koristi kao izvor neutrona. Istraživački rad laboratorija najvećim je dijelom usmjeren na ispitivanje nuklearnih reakcija izazvanih neutronima.

Program rada obuhvaća sistematsko proučavanje jednonukleon-
skih (n, d) i dvonukleonskih (n, t) transfer reakcija na lakim izotopima, a u toku je i sistematska obrada (n, γ) reakcija, također na lakim jezgrama.

Poseban studij posvećen je ispitivanju malonukleonskih sistema i reakcija na lakim elementima s tri čestice u konačnom stanju. Ispitivanje mehanizama ovih reakcija i određivanje parametara koji karakteriziraju nuklearne sile zahtijevaju izvodjenje tzv. kompletnih eksperimenata. Osim standardnih metoda (teleskopski brojači, scintilacioni brojači, poluvodički detektori) za detekciju čestica iz ovih reakcija koriste se i pokazuju se vrlo podesnima i ionografske emulzije.

Razvoju novih eksperimentalnih metoda - koincidentna mjerenja, mjerenja s pridruženom česticom, diskriminacija po obliku pulsa, mjerenje vremena proleta - dan je velik značaj budući da se nameće kao nužan u savladavanju eksperimentalnih teškoća povezanih s izvodjenjem kompletnih eksperimenata.

Cockcroft-Walton akcelerator koristi se i kao izvor nabijenih iona izotopa vodika i helija od 200 keV. Ispituju se reakcije ovih projektila s lakim jezgrama koje također vode na tri čestice u izlaznom kanalu. I ovi se procesi proučavaju u kompletnim eksperimentima, a cilj im je studij mehanizma reakcije kao i efekata interferencije što se pojavljuju ako su dvije ili više izlaznih čestica jednake.

Laboratorij za nuklearnu spektroskopiju započeo je svoju aktivnost radom na beta- i gama-spektrometriji. U tu svrhu izradjena su dva beta-spektrometra i prišlo se izgradnji uređaja za beta - gama kutne korelacije. Istovremeno se počela razvijati i problematika Mossbauerova efekta i njegove primjene.

Kasnije je Laboratorij proširio svoju djelatnost u dva smjera: izučavanje procesa dvostrukog raspada i proučavanje nuklearne strukture pomoću nuklearnih reakcija. Iz prve aktivnosti razvio se danas samostalni laboratorij za elektromagnetske interakcije. Druga aktivnost, proučavanje nuklearne strukture, čini i danas znatan dio aktivnosti Laboratorija.

Suradnici Laboratorija publicirali su do danas preko stotinu naučnih radova, referirali na više desetaka međunarodnih skupova, bili

pozvani predavači i predsjedatelji konferencija. Današnja oprema Laboratorija obuhvaća računski stroj PDP-8 kao jedinu veću aparaturu, dok je ostala oprema prilično skromna.

Laboratorij ima danas 9 suradnika.

U laboratoriju za istraživanje elektromagnetskih interakcija izučavaju se elektromagnetske interakcije u atomskim jezgrama, atomima i čvrstom stanju. Proučavaju se specifični procesi kojima je zajednička značajka međudjelovanje elektromagnetskih polja, sistema čestica te emisija i apsorpcija elektromagnetskog zračenja. Metode istraživanja imaju široku primjenu, a dosadašnji rad odvijao se na slijedećim problemima:

- raspršenje gama-zraka, posebno Comptonsko raspršenje, na vezanim elektronima i polarizacija u Rayleighovom raspršenju;
- istraživanje atomske jezgre metodom kutnih gama-gama korelacija; posebno zanimljivo je predviđeno proširenje ove problematike na istraživanje perturbiranih kutnih korelacija za radionuklide u čvrstom stanju;
- elektromagnetske interakcije višeg reda, tj. dvo- ili višestepeni procesi deekscitacije pobudjenih stanja atomske jezgre ili atoma, te u raspršenju gama-zraka;
- uhvat brzih neutrona u lakim jezgrama i proučavanje strukture novonastalih jezgri.

U laboratoriju za molekularnu fiziku radi se već dugi niz godina na problemima vibracione analize policikličkih aromatskih molekula, posebno monokristala takvih spojeva. Istraživani su Raman i infracrveni spektri raznih molekula. Ova su istraživanja proširena i na kristale koji sadrže intermolekularne vodikove veze. Istraživanja su usmjerena kako na intramolekularne tako i na intermolekularne vibracije koje omogućavaju istraživanja u području vlastitih vibracija vodikova mosta.

Upotreba lasera kao izvora monokromatske svjetlosti posljednjih je godina znatno unaprijedila Raman spektroskopiju kao metodu, pa je danas moguće ispitivati na taj način kompletan vibracioni spektar velikih molekula.

Razvoj kompjutera istodobno nam omogućava račun takvih spektara i iz usporedjenja s eksperimentalnim podacima moguće je računati inter- i intra- molekularne potencijale i konstante sile.

Nakon opreme s He-Cd laserom Laboratorij će moći obavljati brza snimanja, što otvara mogućnost šire suradnje s organskom i petrokemijskom industrijom.

Djelatnost Laboratorija za atomska istraživanja po njegovom osnivanju 1955.g. bila je usmjerena na proučavanje hiperfine strukture spektralnih linija i na određivanje nuklearnog momenta metodama optičke spektroskopije visoke moći razlučivanja. 1962. g. Laboratorij se usmjerava na kvantnu elektroniku. Radi se na nuklearnoj polarizaciji He^3 atoma i paralelno se započinje radom na fizici plinskih lasera. Godine 1963. pušten je u pogon laser konstruiran i izveden u Laboratoriju. 1966.g. za taj rad grupa u Laboratoriju dobiva republičku nagradu "Nikola Tesla".

Sada je rad u Laboratoriju usmjeren na probleme vezane za kreiranje inverzije populacije u plinskim laserima. U ova istraživanja uključeni su poslovi oko promatranja utjecaja laserske perturbacije na emisiona svojstva aktivne laserske sredine, te na određivanje promjena emisionih parametara vezanih za lasersku akciju. Ovaj rad ima za cilj povećanje konverzione i efikasnosti plinskih lasera.

U posljednje vrijeme Laboratorij se usmjerava na ispitivanje mogućnosti primjene lasera. Razvija se metoda za lasersku interferometriju u svrhu ispitivanja materijala, te metoda za određivanje frekvencijske karakteristike i stabilnosti laserskog snopa.

U okviru Pogona Cockcroft-Walton akceleratora postoje dvije mašine, akcelerator energije 200 keV, izradjen u Institutu "Rudjer Bošković" i akcelerator 300 keV nabavljen ove godine od firme Texas Nuclear. Obadvije mašine imaju visokofrekventni izvor iona za ubrza-

vanje vodikovih i helijevih iona. Koriste se za dobivanje snopova iona za proučavanje nuklearnih reakcija vrlo niskih energija induciranih nabijenim česticama. Pretežno se koriste kao neutronske generatori, tj. posredstvom $D + D$ i $D + T$ reakcije dobivaju se jaki monoenergetski snopovi neutrona energije do 2,5 MeV i 14 MeV.

Neutroni se koriste za istraživanje međudjelovanja neutrona s materijom, i to ponajviše za ispitivanje nuklearnih reakcija induciranih brzim neutronima. Kroz posljednjih 10-15 godina neutronske generatori od 200 keV radi sa snopom u prosjeku od 3000 do 3500 sati godišnje. U toku je zamjena nekih dotrajalih i zastarjelih dijelova. Predviđa se konstrukcija i izgradnja dodatnih uređaja za kompletiranje niskoenergetskih akceleratora za istraživanja i na području atomske, nuklearne, te fizike čvrstog stanja kao i na području nuklearne kemije i biologije.

U Institutu "Rudjer Bošković" u okviru Odjela NAI nalazi se u eksploataciji ciklotron za akceleraciju deuterona do konačne energije od 16 MeV. Taj je ciklotron rezultat napora naših stručnjaka koji su sudjelovali u njegovom projektiranju, konstrukciji, izvedbi i montaži. Izvedba ovog stroja razlikuje se donekle od izvedbe sličnih strojeva u svijetu. Visokofrekventni sistem izgrađen kod nas ima mogućnost kontinuiranog mijenjanja frekvencije u određenim granicama, a time i adekvatnog mijenjanja energije ubrzanih čestica. Kod izvedbe magneta, komandnih i kontrolnih uređaja primijenjena su originalna rješenja. Ciklotron se nalazi u iskorištavanju od njegova puštanja u rad 1962. godine. Tokom prošlih godina bilo je manjih i većih kvarova na pojedinim uređajima, međutim, danas on radi dobro i pouzdano, tako da se može postići unutarnji snop na maksimalnoj energiji i veći od 350 μ A. Dobiveni snop čestica na nominalnoj energiji ima odlična svojstva u pogledu presjeka snopa. Snop je veoma dobro fokusiran. U cilju produkcije, odnosno studije separacije izotopa vrše se bombardiranja bakra, željeza, magnezija, bizmuta, kadmija, indija, olova, rubidija, nikla, antimona, aluminija, zlata, srebra, te klorida natrija, cezija, kalcija, litija

i rubidija. Da bi se omogućilo bombardiranje navedenih tvari, razvijen je čitav niz meta i držača, a za bombardiranje slogova folija sa svega nekoliko μA izrađena je posebna meta koja je već omogućila ozračivanje velikog broja folija.

Radi se također na poboljšanju postojećih svojstava ciklotrona u smislu dobivanja jačeg i stabilnijeg unutarnjeg snopa, te izrade pomoćnih uređaja potrebnih da se omogući ispravan rad eksperimentalnih aparatura korisnika ciklotrona.

U laboratoriju za kiberonetiku radi se na problemima komunikacije čovjek=sistem, sistem=sistem. U okviru tog problema u toku su povezivanja dvaju digitalnih elektroničkih računala medjusobno, te optimizacija u komuniciranju s računalom putem slike preko trodimenzionalnog prikaza podataka na ekranu katodne cijevi. Vršiti se kontrola eksperimenta u stvarnom vremenu te se radi na primjeni kibernetičkih metoda u eksperimentima.

Nastavljaju se radovi na problemu pseudo=slučajne transformacije. Traže se odnosi između polinoma i maski u generiranju pseudo=slučajnih nizova. Vršiti se testiranje pseudo=slučajnih nizova na aperiodičnost na bazi uzorak=testa.

U okviru Laboratorija nastavljaju se radovi na problemima spektralne analize i optimizacije memorije kada informacija prelazi kapacitet raspoložive memorije. Na području biofizike rješava se problem kodirane informacije putem slike i istražuju se mogućnosti obrade i kodiranja nepoznate informacije u čovjeku prihvatljiv oblik.

ODJEL ZA ČVRSTO STANJE

Pročelnik: dr Janko Herak, naučni suradnik

Zamjenik: inž. Zdenko Šternberg, naučno=stručni suradnik

LABORATORIJ ZA POLUVODIČE

Voditelj: dr Branko Čelustka, naučni suradnik

Zamjenik: dr Natko Urli, naučni suradnik

LABORATORIJ ZA VISOKOTEMPERATURNE MATERIJALE

Voditelj: dr Mladen Topić, naučni suradnik

Zamjenik: Zlatko Despotović, dipl.kem., stručni asistent

RENTGENSKI LABORATORIJ

Voditelj: dr Boris Matković, viši naučni suradnik

Zamjenik: dr Biserka Kojić, naučni suradnik

LABORATORIJ ZA RADIOVALNU SPEKTROSKOPIJU

Voditelj: dr Janko Herak, naučni suradnik

Zamjenik: dr Zorica Vekslj, naučni suradnik

LABORATORIJ ZA FIZIKU I KEMIJU IONIZIRANIH PLINOVA

Voditelj: inž. Zdenko Šternberg, naučno=stručni suradnik

Zamjenik: inž. Mara Kajzer, stručni asistent

*

Fizika čvrstog stanja ili općenitije nauka o čvrstom stanju, relativno je mlada znanstvena disciplina. Mada se čvrste tvari, a napose metali, proučavaju već dosta dugo, spoznaja osnovnih zakonitosti u čvrstim tvarima, tj. sistemima mnoštva čvrsto povezanih čestica koje titraju oko ravnotežnih položaja, novijeg je datuma. O fizici čvrstog stanja u modernijem smislu može se govoriti tek nekoliko desetljeća. Otkriće tranzistora pred dvadeset

godina, kao jeftine i praktične zamjene klasičnim elektronskim cijevima, značilo je golemi poticaj za daljnje istraživanje svojstava čvrstih tvari, a napose električnih poluvodiča. Taj značajni događaj u svjetskoj nauci ostavio je trag i kod nas.

Odjel za čvrsto stanje izrastao je iz dviju odvojenih grupacija: jedne koja je proučavala fizička svojstva poluvodiča, i druge, sastavljene pretežno od kemičara, koja se bavila pripremanjem anorganskih čvrstih tvari, analizom njihovih struktura i faznih stanja. Djelatnost današnjeg Odjela za čvrsto stanje znarno je šira. U pet znanstvenih laboratorija rad je usmjeren prema novim fundamentalnim spoznajama u tvarima u čvrstom stanju i prema upotrebi i karakterizaciji nekih praktički uporabivih ili potencijalno primjenjivanih materijala. Tako je i rad u Laboratoriju za poluvodiče počeo u vezi s kontrolom vakuuma u neutronsom generatoru koji je konstruiran u Institutu "Rudjer Bošković". U tu svrhu napravljen je vakuummetar s termistorom kao osjetljivim elementom. Znanstveni rad u ovom laboratoriju započeo je proučavanjem djelovanja neutronske i gama-zračenja na električna i optička svojstva poluvodičkih elemenata germanija i silicija. S tim u vezi proučavano je djelovanje zračenja na parametre poluvodičkih elemenata, kao što su diode i tranzistori. Kasnije je rad proširen i na poluvodičke spojeve. Istraživanje poluvodičkih sistema zahtijeva pripremu uzoraka velike čistoće ili kontroliranih primjesa. Tako su razvijene metode za čišćenje komponenata. U laboratoriju je prvi put u Jugoslaviji sintetiziran veliki broj poluvodičkih spojeva koji se inače komercijalno ne mogu dobiti. Posebni interes istraživanja u laboratoriju predstavljaju svojstva vezana uz nestehiometrijski sastav komponenata, utjecaj faznih transformacija na promjenu poluvodičkih svojstava, optička svojstva tankih listića, te promjena svojstava ozračavanjem ili dopiranjem. Za potrebe drugih odjela izrađuju se i ispituju poluvodički detektori zračenja.

Srodna istraživanja faznih ravnoteža u sistemima metal-metal i metal-nemetal odvijaju se u Laboratoriju za visokotemperaturne materijale. Modernim metodama (termogravimetrijska i diferencijalno-termička analiza, rendgenska difrakcija, termička dilataciona analiza, refleksna mikroskopija i sl.) proučavaju se pored ostaloga sistemi urana i torija. Tako se ispituje mehanizam korozije ovih sistema na visokim temperaturama pod utjecajem

kisika.

Posebno područje predstavlja ispitivanje električkih svojstava dielektričnih tvari. Ovim putem otkrivena je i nova grupa feroelektričnih supstanci s visokom tačkom feroelektričnog prijelaza.

Suradnici Laboratorija za radiovalnu spektroskopiju koriste uglavnom metode magnetskih spektroskopija za istraživanje strukture i gibanja u organskim kristalima i makromolekulama. Jedan od osnovnih znanstvenih interesa je proučavanje fundamentalnih procesa u molekulskim sistemima podvrgnutim zračenju. Makromolekule, posebno one biološke, toliko su složene da je u njima vrlo teško odrediti vrstu oštećenja nastalih ozračavanjem. Zato se priređuju i ispituju monokristali, kao fizikalno dobro definirani sistemi, pojedinih sastavnih dijelova. Ovakve vrste saznanja dobivenih na biomakromolekulama od interesa su za razjašnjenje djelovanja zračenja na žive organizme.

Nuklearnom magnetskom rezonacijom i relaksacijom istražuju se svojstva najpoznatije nam biomakromolekule – hemoglobina.

Posebno područje ispitivanja predstavljaju sintetski polimeri. Organizirani multidisciplinarni pristup istraživanju polimera, jedne od grupe tvari koje daju pečat današnjem vremenu, omogućuju njihovo kompleksno upoznavanje. Pa ipak, specifičnost pristupa proučavanju polimera u Odjelu za čvrsto stanje (zajedno s još nekim laboratorijima izvan Odjela) naglasak je na fundamentalnim svojstvima polimera u čvrstom stanju. Metodama radiovalne spektroskopije, rendgenske strukturne analize i drugima istražuje se ovisnost mikrostrukture polimera o raznim fizikalnim i kemijskim parametrima i traži se korelacija između strukture i svojstava.

Jedna od najstarijih problematika u Odjelu je primjena rendgenske difrakcije za određivanje kristalnih struktura i ispitivanje mikrostrukturnih parametara polikristala. Već godinama se priređuju kompleksni anorganski fosfati i istražuju se njihovi strukturni parametri. Neki od ovih spojeva posebno su zanimljivi jer pokazuju feroelektrična svojstva. Ispituju

se i kompleksni fluoridi novopripređenih spojeva u Institutu "Jožef Stefan" u Ljubljani. U Laboratoriju za rendgensku strukturnu analizu obavljaju se i neka primijenjena i servisna ispitivanja. Tako se za Udruženje jugoslavenskih proizvođača cementa i azbest-cementa ispituje ugradjivanje magnezijevih atoma u kristalne rešetke kalcijum silikata i aluminata na temperaturama iznad 1500°C . Za potrebe medicinskih ustanova analiziraju se bubrežni kamenci.

U Laboratoriju za fiziku i kemiju ioniziranih plinova, pored istraživanja fundamentalnih procesa u električkim pražnjenjima i visokotemperaturnoj plazmi, proučava se interakcija plazme s metalima i elektrolitima. Napose je studirana fotodesorpcija atoma s metala, mehanizam emisije elektrona iz elektrolita i raspodjela energije čestica u zoni interakcije plazma-metal. Pored fundamentalnih istraživanja plazme, u kojima se koriste razne spektroskopske i električke metode, nisu zanemareni ni primijenjeni aspekti. Istražuju se kemijski procesi u plazmi, te spektri zračenja od interesa za rasvjetnu tehniku.

Program rada Odjela, iako raznovrstan, omogućuje neku zajedničku bazu za sve istraživačke grupe. Posebno, istraživanje polimera ili faznih stanja u čvrstim tvarima omogućuje rad istraživačima raznog predznaka i pristupa. Znanstveni program isto tako pruža potencijalne mogućnosti suradnje s privredom. Ispitivanje svojstava praktički primjenjivih materijala trebalo bi biti od interesa raznim granama industrije. Do sada, međutim, nije došlo do znatnije suradnje. Razlozi za to su vjerojatno vrlo složeni.

* * *

ODJEL ELEKTRONIKE

Pročelnik: dr Maksimilijan Konrad, naučni savjetnik

Zamjenik: dr Gabro Smiljanić, viši naučni suradnik

GRUPA ZA OBRADU PODATAKA

Voditelj: dr Gabro Smiljanić, viši naučni suradnik

Zamjenik: dr Oliver Szavits, naučno-stručni suradnik

GRUPA ZA BRZU ELEKTRONIKU

Voditelj: dr Hrvoje Babić, viši naučno-stručni suradnik

Zamjenik: mr Božidar Vojnović, naučno-stručni asistent

GRUPA ZA PROBLEME GRANIČNIH OSJETLJIVOSTI

Voditelj: dr Tomo Rabuzin, naučno-stručni suradnik

Zamjenik: dr Branko Mutabžija, naučno-stručni suradnik

PROTOTIPNA RADIONICA ODJELA ZA ELEKTRONIKU

ELEKTRONIČKI SERVIS

Voditelj: inž. Zdravko Kos, stručni suradnik

Odjel je prvenstveno orijentiran na elektroničku instrumentaciju za znanstvena istraživanja, posebno na nuklearnom području, uključujući on-line sisteme s elektroničkim digitalnim računalima i automatizaciju. Ova orijentacija uključuje naučnoistraživački rad na sklopovima, sistemima i koncepcijama, te razvoj i izgradnju prototipova i specijalnih sistema. Svrha je teoretskih i eksperimentalnih istraživanja stjecanje dubljih i novih saznanja o procesima u elektroničkim sklopovima i sistemima, proširenje mogućnosti i primjene elektronike i elektroničkih metoda, te razvoj novih koncepcija i metoda.

Vrlo značajna djelatnost Odjela je rješavanje elektroničkih problema u vezi s istraživanjima na drugim područjima i realizacija specijalnih elektroničkih sistema u tu svrhu. Ova djelatnost, koje je krajnji rezultat specijalizirani elektronički sistem, zahtijeva povezivanje elektroničkih metoda i tehnika s teorijom sistema, obrade signala, slučajnih veličina itd., kao i s rezultatima istraživanja pa je za to neophodan timski rad.

U djelatnost Odjela također spadaju popravak i održavanje uređaja, kao i izgradnja prototipova, specijalnih pojedinih uređaja i manjih serija specijalnih uređaja. Ove poslove vrše tehnički suradnici uz konzultaciju s istraživačima, koja je u većini slučajeva neophodna za uspješno obavljanje te djelatnosti.

U sadašnjoj fazi najintenzivniji je rad na području digitalne tehnike i on-line primjene elektroničkih digitalnih računala. Vrš se istraživanja i razvoj digitalnih sistema za obradu podataka dobivenih mjerenjem, što uključuje rad na digitalnim sklopovima, logici i organizaciji sistema. Posebna pažnja posvećena je on-line povezivanju elektroničkih digitalnih računala s mjernim procesima, te komunikaciji između ovih računala i čovjeka i komunikaciji između pojedinih dijelova sistema. U tom radu koristi se elektroničko digitalno računalo PDP-8/I, koje je nedavno stavljeno u pogon.

U Odjelu se također vrše istraživanja u vezi s postizavanjem što većih osjetljivosti i preciznosti elektroničkih mjernih metoda i instrumentacije u fizici, kemiji i ostalim naučnim istraživanjima. Ovdje je uključen i razvoj mjernih metoda i uređaja velike osjetljivosti. U sadašnjoj fazi rad je pretežno koncentriran na NMR i na optimalno oblikovanje signala iz detektora zračenja za spektroskopiju visokog razlučivanja.

U toku su istraživanja u vezi s postizavanjem što veće brzine rada elektroničkih mjernih sistema. Uključen je i rad na osnovnim sklopovima za brzu analognu i digitalnu obradu električkih signala, s težištem na primarnoj obradi signala iz detektora zračenja. U sadašnjoj fazi rad je koncentriran na određivanje vremenskih odnosa.

Navedena aktivnost u današnjoj je fazi uglavnom koncentrirana na nuklearno područje i diktirana je potpisanim ugovorima i potrebama na Institutu. Postignuti rezultati su na nivou rezultata postignutih u sličnim grupama na svijetu. U toku su naponi da se aktivnost Odjela proširi i na druga područja kojima je to i te kako potrebno. To se prvenstveno odnosi na fiziku, kemiju, biologiju, informatiku, automatizaciju i istraživanja Jadranskog mora.

Aktivnost Odjela elektronike mogla bi se proširiti i izvan užeg djelokruga Instituta, na druge istraživačke ustanove i industrijske laboratorije. Sigurno je da bi takvo proširenje djelatnosti bilo i potrebno i korisno, jer je Odjel elektronike jedina veća grupa koja se sistematski bavi ovom problematikom u SRH i ima dugogodišnje iskustvo. Suradnja bi se prvenstveno odnosila na istraživanja i rješavanja elektroničkih i sistemskih problema u vezi s mjerenjem, obradom mjerenih podataka i automatizacijom mjerenja i obrade, zatim na razvoj i realizaciju specijalnih uređaja i sistema te na održavanje i servis elektroničke i specijalizirane instrumentacije.

* * *

ODJEL FIZIČKE KEMIJE

Pročelnik: dr Milenko Vlatković, naučni suradnik

Zamjenik: dr Igor Dvornik, naučno-stručni suradnik

LABORATORIJ ZA METORIČKE SISTEME

Voditelj: dr Božo Težak, red. sveuč. profesor

Zamjenik: dr Helga Furedi-Milhofer, naučni suradnik

LABORATORIJ ZA KEMIJSKU KINETIKU

Voditelj: dr Mato Orhanović, naučni suradnik

Zamjenik: dr Leo Klasinc, naučni suradnik

LABORATORIJ ZA KEMIJU KOMPLEKSNIH SPOJEVA

Voditelj: dr Vjekoslav Jagodić, naučni suradnik

Zamjenik: dr Henrika Meider, naučni suradnik

LABORATORIJ ZA RADIOKEMIJU

Voditelj: dr Mirko Mirnik, red. sveuč. profesor

Zamjenik: dr Radoslav Despotović, naučni suradnik

LABORATORIJ ZA RADIJACIONU KEMIJU

Voditelj: dr Igor Dvornik, naučno-stručni suradnik

Zamjenik: inž. Uršula Zec, stručni suradnik

GRUPA ZA TEORIJSKU KEMIJU

Voditelj: dr Zlatko Meić, viši asistent

Zamjenik: dr Zvonimir Maksić, naučni suradnik

CENTRALNI ANALITIČKI SERVIS

Voditelj: dr Štefica Mesarić, stručni suradnik

Zamjenik: Maja Tonković, dipl. inž., mlađji stručni asistent

*

Odjel fizičke kemije jedan je od najvećih u Institutu. Istro-
živački program Odjela sadrži veći broj radnih zadataka. Pretežno su to fun-

damentalna istraživanja iz fizičke, teoretske i anorganske kemije, te radiokemije i radijacione kemije. U više slučajeva očito je usmjeravanje prema praktičnim problemima biokemije, kemijskih i radiokemijskih separacija, analitičke kemije, zaštite od zračenja, dozimetrije i kemije polimera.

Preko 70 suradnika Odjela radi u sedam laboratorija. Laboratorij za metoričke sisteme, kompleksne spojeve, kinetiku, radiokemiju, radijacionu kemiju, Grupa za teoretsku kemiju i Centralni analitički servis.

Današnji istraživački program Odjela može se razvrstati u nekoliko osnovnih područja:

Na području teoretske kemije primjenjuje se kvantna mehanika u razvoju neempirijskih, semiempirijskih i spektroskopskih metoda istraživanja strukture organskih, metaloorganskih i kompleksnih spojeva. Do sada je posebno dobro razvijena metoda maksimalnog prekrivanja lokaliziranih orbitala i nadjene su korelacije teoretskih rezultata s nizom kemijskih i fizičkih svojstava ugljikovodika. Nadalje, razvijaju se metode molekularnih orbitala i primjenjuju u studiju elektronske strukture i reaktivnosti velikih organskih i biokemijskih molekula. U molekularnoj spektroskopiji interpretiraju se infracrveni spektri, izračunavaju se potencijalna polja te kompjuterski analiziraju vibracijsko-rotacijske strukture apsorpcijskih vrpca u ultraljubičastom spektru za supstituirane aromatske spojeve. Iako u Jugoslaviji nedostaje naučna tradicija za ovu disciplinu, stvoreni su povoljni uvjeti za razvoj jake teoretske grupe koja ulazi u suradnju s eksperimentalnim kemičarima i fizičarima u Institutu izvan njega.

Već niz godina radi se na fizičko-kemijskim problemima dvofaznih sistema tipa "kruto-tekuće". Proučava se kinetika nastajanja, transformacije i koagulacije krute faze u interakcijama s konstitucionim i stranim ionima u matičnici. S tim u vezi utvrđuju se faktori o kojima ovise svojstva krute faze, kao i pojave na granicama faza. Promjene veličine, oblika i broja čestica prate se elektronskom mikroskopijom i brojačem čestica. Mjere se standardne elektrokemijske veličine sistema i prate procesi uravnotežavanja sistema

heterogenom zamjenom precipitata radiometrijskom metodom. Pomoću radio-indikatora ispituju se takodjer adsorpciono-desorpcioni procesi na različito pripremanim i obradjenim sistemima. Struktura nastale krute faze određuje se rendgenskom analizom, elektronskom difrakcijom i ostalim suvremenim metodama, spektroskopije i termičke analize i studira u ovisnosti o koncentraciji konstitucionih i stranih iona, kao i površinski aktivnih supstancija prisutnih u otopini prilikom taloženja. Kvantitativno se određuju ravnotežni uvjeti dvofaznog sistema mjerenjem kompleksne i ionske topljivosti i elektrokinetičkih pojava na granicama faza. Na osnovu eksperimenata i klasične termodinamike razradjena je teorija koloidne stabilnosti i koagulacije.

Spomenuta osnovna istraživanja na modelnim sistemima u posljednje vrijeme sve se više proširuju na problematiku interesantnu u biologiji i medicini (kalcijski fosfati i mineralizacija tkiva) te u nuklearnoj tehnologiji s obzirom na fiksaciju i dekontaminaciju radionuklida, zatim separaciju nuklearnih materijala.

Istraživanja dvofaznih sistema zadnjih su se godina proširila na problematiku makromolekula. S tim u vezi vrše se eksperimentalna i teoretska istraživanja o rasipanju svjetlosti u sistemima kao što su čiste tekućine i njihove smjese, koncentrirane otopine polimera, te modelni sistemi s koloidnim strukturama. Određuju se vrijednosti Rayleighovih i polarizacijskih omjera na osnovu kojih se mogu izvući zaključci o strukturi tekućina, veličini čestica i njihovoj optičkoj anizotropiji, te veličini interakcije između molekula krute faze i otapala.

Program istraživanja obuhvaća i kemiju kompleksnih spojeva. Priredjuju se novi kompleksni spojevi niobija, tantala i nekih drugih prijelaznih metala, ispituje njihova stereokemija i priroda kemijskih veza metal - ligand. Sintetiziraju se novi helatizirajući agensi na bazi organofosforinih spojeva koji se primjenjuju za ekstrakciju metala iz vodenih otopina. Izučavaju se kompleksni spojevi koji nastaju kao ekstrakcione vrste. Kod ovih istraživanja proučavaju se uglavnom oni metali kojih su kemijska svojstva bila do sada slabo proučena, te oni koji su važni u nuklearnoj tehnologiji ili koji nastaju nuklearnim procesima.

sima, a teško ih je međusobno odijeliti.

U Odjelu su također zastupana istraživanja kojih je zajednička baza studij mehanizma kemijske reakcije, karaktera prijelaznih stanja i kemijske veze. Posebno se izučavaju kinetika, mehanizmi i stereokemija reakcija anorganskih i metal-organskih spojeva u vodenom i bezvodnom mediju. Tu su uključene reakcije supstitucije, oksidacije-redukcije, oksidacijske adicije, redukcijske eliminacije, zatim katalitička uloga kompleksnih spojeva prijelaznih metala u homogenim reakcijama. U području fizičko-organske kemije ispituju se kinetika i mehanizam reakcija putem izotopnog efekta deuterija, dušika-15 i sumpora-34, a tehnikom spektrometrije masa pojedina specifična cijepanja i pregradjivanja iona, kao i kinetički faktori pri nastojanju spektra masa.

U okviru istraživanja o djelovanju zračenja na materiju studiraju se kemijski efekti nuklearnih reakcija i radijaciono-kemijske promjene u materijalu. Određuju se parametri o kojima ovise konačni kemijski oblici odskočnih atoma nastalih nuklearnim procesima pretežno u čvrstim anorganskim spojevima. Radi se također s materijalima dopiranim radioaktivnim dodacima prije zračenja. Time se nastoji razjasniti mehanizam reakcija u čvrstom tijelu u kojima sudjeluju mikrokonstituenti umjetno ugrađeni u rešetku, odnosno odskočni atomi i ostali centri grešaka izazvani zračenjem. U radijacionoj kemiji organskih sistema proučava se mehanizam prijenosa radijaciono-kemijskog efekta u multikomponentnim smjesama. Ispituje se interakcija elektrona i slobodnih radikala i određuju njihovi prinosi ovisno o dozi zračenja. Mjere se relativna reaktivnost spojeva prema solvatiziranom i netermalnom elektronu, kao i prinos ionizacije u tekućim organskim sistemima. Radi se na razvoju novih kemijskih dozimetara. Razradjena je tehnologija i započeta proizvodnja dozimetara za potrebe zaštite od zračenja pri industrijskim nuklearnim uređajima, kao i za potrebe masovne dozimetrije.

U suradnji sa zainteresiranim industrijama ispituju se procesi oplemenjivanja polimera (PVC, polietilen i stiren) djelovanjem zračenja. Projektirana su i izgradjena dosada tri uređaja za ozračivanje s kobaltom-60 od

.. kojih je jedan poluindustrijskog tipa.

U Odjelu djeluje analitički servis gdje se obavljaju analize organskog i anorganskog materijala za korisnike unutar i izvan Instituta. Servis raspolaže s nekoliko vidljivih, ultravioletnih i infracrvenih spektrofotometara, plamenim fotometrom, atomskim apsorpcionim spektrofotometrom, polarimetrom, interferometrom itd.

Istraživački program Odjela sadržan je u 15 istraživačkih zadataka koji se financiraju uglavnom iz domaćih fondova za naučni rad. Značajna karakteristika skoro svakog pojedinog zadatka je da je manje ili više interdisciplinaran. Mogućnost za takav širi i suvremeni pristup u istraživanju daje upravo polivalentna struktura Instituta. Istraživački program, kao i dosadašnji rezultati odraz su istraživačkih napora i naučnog nivoa suradnika u Odjelu. Sigurno je da je u tom smislu jedino moguće ići dalje, imajući u vidu, s jedne strane, razvoj nauke i naučnih dostignuća u svijetu, a, s druge strane, interes naše sredine za pojedina naučna i tehnološka rješenja.

* * *

ODJEL ORGANSKE KEMIJE I BIOKEMIJE

Pročelnik: dr Dionis Sunko, naučni savjetnik

Zamjenik: dr Dina Keglević, naučni savjetnik

LABORATORIJ ZA PREPARATIVNU ORGANSKU KEMIJU

LABORATORIJ ZA FIZIKALNO-ORGANSKU KEMIJU

Voditelj: dr Dionis Sunko, naučni savjetnik

Zamjenik: dr Krešimir Humski, naučni suradnik

LABORATORIJ ZA STEREOKEMIJU I PRIRODNE SPOJEVE

Voditelj: dr Vinko Škarić, naučni savjetnik

Zamjenik: dr Djurdjica Škarić, viši naučni suradnik

RADIOIZOTOPNI LABORATORIJ

Voditelj: dr Dina Keglević, naučni savjetnik

Zamjenik: dr Andrija Kornhauser, viši naučni suradnik

LABORATORIJ ZA CELULARNU BIOKEMIJU

Voditelj: dr Erika Kos, naučni suradnik

Zamjenik: dr Ljubinka Vitale, viši asistent

*

Istraživačka aktivnost Odjela organske kemije i biokemije obuhvaća istraživanja s područja fizikalno-organske kemije, stereokemije, kemije prirodnih spojeva te celularne i molekularne biokemije. Unutar Odjela djeluju 5 samostalnih laboratorija i Servis za nuklearno magnetsku rezonanciju.

Istraživački programi vezani su dobrim dijelom i na III stupanj nastave iz kemije na Sveučilištu u Zagrebu. Studenti postdiplomandi u okviru svojih programa rade na izradi magistarskih i doktorskih teza. Stariji suradnici

Odjela već niz godina sudjeluju kao nastavnici u dodiplomskoj i postdiplomskoj nastavi na Sveučilištu u Zagrebu. U posljednje vrijeme počela se ostvarivati i internacionalna suradnja koja se očitovala u boravku postdoktorskih stipendista i "visiting professor" iz SAD i Indije. Neki od istraživačkih programa odvijaju se u suradnji s Tvornicom farmaceutskih i kemijskih proizvoda "Pliva". Financiranje Odjela vrši se pretežno na osnovu ugovora sa Saveznim i Republičkim savjetom za naučni rad. Odjel takodjer ima i jedan ugovor s National Institutes of Health, Bethesda, Md. u okviru Jugoslavensko-američkog programa PL-480.

Istraživanja u Laboratoriju za preparativnu organsku kemiju vezana su uz pripravu heterocikličkih spojeva iz reda 4-pirona i 4-piridona koji su se pokazali kao interesantni helatni agensi, pogodni za separaciju i ekstrakciju metalnih iona. Takodjer se ispituju reakcije komenske kiseline s aminima, a započeti su i radovi na sintezi heterocikličkih analoga kisikom, dušikom ili sumporom kao heteroatomom.

Istraživanja u Laboratoriju fizikalno-organske kemije orijentirana su prvenstveno na studije sekundarnih izotopnih efekata i njihove primjene za proučavanje mehanizama organskih kemijskih reakcija. Značan dio ovih istraživanja u uskoj je vezi s hipotezom o tzv. neklasičnoj stabilizaciji karbonium iona koja je u posljednjih 10 godina bila u centru pažnje fizikalno-organske kemije u svijetu. Jedno od značajnih proširenja ovih istraživanja predstavljaju ispitivanja sekundarnih izotopnih efekata pri solvolizi nekih terpenskih i steroidnih derivata, kojom će metodom izgleda biti moguće izvršiti konformacijsku analizu prijelaznih stanja kod tih reakcija. Dosadašnji rezultati ukazuju da studij izotopnih efekata dopušta i kvantitativne korelacije veličine efekta sa strukturnim i stereokemijskim promjenama. Studij kompeticionih faktora doveo je do interesantnih novih saznanja o mogućnosti korištenja te metode kao kriterija stabilnosti karbonium iona. S tim u vezi istražuje se i uloga ionskih parova pri solvolitskim nukleofilnim supstitucijama.

Istraživanja u Laboratoriju za stereokemiju i prirodne spojeve obuhvaćaju rad na kompleksirajućim tetrahidroindazon karbonskim kiselinama i alginatima izoliranim iz smeđih algi Jadranskog mora. Sintaza, određivanje strukture i kemija ovih spojeva vršit će se u svrhu eliminacije radioaktivnih elemenata iz živih organizama, a posebno kod ispitivanja transporta kalcija i radioaktivnog stroncija u organizmu.

Sinteze neuobičajenih pirimidinskih baza i njihove kemijske studije doprinose sintezi neuobičajenih kombinacija oligonukleotida. Kod izolacije i određivanja strukture topivih ribonukleinskih kiselina naročita je pažnja posvećena prečišćavanju i specifičnostima deoksiribonukleaze i egzonukleaze, i to u suradnji s Centre de recherches sur les macromolecules u Strassbourgu i Parizu.

U suradnji s Tvornicom farmaceutskih i kemijskih proizvoda "Pliva" radi se na kemijskim modifikacijama tetraciklinskih antibiotika te na sintezama polipeptida. U tu su svrhu u Laboratoriju razvijene metode pripreme cikloalkanaminokiselina iz tetrahidroindazona, cijanocikloheksan karbonskih kiselina i odgovarajućih cikloheksanon oksima.

Problematika Radioizotopnog laboratorija usko je povezana s primjenom ^{14}C markiranih spojeva u metaboličkim studijama biogenih amina i aminokiselina, naročito 5-hidroksitriptamina (serotonina) na celularnom i subcelularnom nivou, te D-aminokiselina u nižim i višim biljkama. Problematika detoksikacionih mehanizama u biološkim sistemima, naročito procesi konjugacije s glukuronskom kiselinom, obradjuju se s dva aspekta: organsko-sintetskog i biokemijskog. Jedno od proširenja istraživačkog programa predstavljaju radovi na sintezi protektiranih glikozil estera N-acil aminokiselina kao model supstanci u proučavanju C-I esterskog tipa veze šećer-aminokiselina u glikopeptidima.

U okviru ugovora Jugoslavensko-američkog programa PL-480 ispituju se u redu aminošećera uvjeti nastajanja N,N-diacetiliranih nezasićenih heksopiranoza. U okviru suradnje s Tvornicom farmaceutskih i

kemijskih proizvoda "Pliva" radi se na ispitivanju skretanja metaboličkih puteva djelovanjem antibiotika u nekim bakterijama, na sintezi jednostavnijih peptida klasičnim metodama i metodom na krutom nosaču te na određivanju sekvence aminokiselina u peptidskim lancima.

U Laboratoriju za celularnu biokemiju istražuje se metabolizam nukleinskih kiselina i proteina pod uvjetima djelovanja fizikalnih i kemijskih agensa koji dovode do inaktivacije stanica. Studiraju se mehanizmi koji uvjetuju održavanje konstantnosti genetskih informacija. Istraživanja se vrše na bakterijama, prvenstveno na bakterijama *Escherichia coli*. Od kemijskih agensa ispituju se spojevi koji interferiraju s metabolizmom pirimidinskih prekursora nukleinskih kiselina, posebno s metabolizmom timina, a od fizikalnih agensa ionizirajuće i ultravioletno zračenje. Takodjer se ispituje djelovanje oba tipa zračenja na subcelularne strukture koje sudjeluju u biosintezi proteina. Ta se ispitivanja vrše na ribosomima koji su izolirani iz bakterija.

U suradnji s Tvornicom farmaceutskih i kemijskih proizvoda "Pliva" razradjuju se metode za separaciju proteina, koje se primjenjuju za izolaciju, pročišćavanje i analizu bakterijskih enzima - dekarboksilaze diaminopimelinske kiseline i subtilizina. Takodjer se proučavaju svojstva dekarboksilaze diaminopimelinske kiseline i njena uloga u regulaciji biosinteze lizina u bakterijama *Micrococcus glutamicus*.

Od instrumentalnih metoda koje se danas uveliko koriste u organskoj kemiji i biokemiji potrebno je spomenuti nuklearno-magnetsku rezonanciju za koju je organiziran poseban Servis. Osim rutinskih mjerenja, koja se vrše i za interesente izvan Instituta, ta metoda se takodjer koristi za detekciju međuprodukata organskih reakcija, kao i za utvrđivanje stereokemije cikličkih spojeva i ugljikohidrata. Od ostalih instrumentalnih metoda potrebno je spomenuti kromatografiju u plinskoj fazi i automatsku potenciometrijsku titraciju koja služi za kinetička mjerenja.

ODJEL BIOLOGIJE

Pročelnik: dr Antun Han, naučni suradnik

Zamjenik: dr Branko Vitale, naučni suradnik

LABORATORIJ ZA ELEKTRONSKU MIKROSKOPIJU

Voditelj: dr Zvonimir Devide, izv. sveuč. profesor

Zamjenik: dr Mercedes Wrischer, viši naučni suradnik

LABORATORIJ ZA CELULARNU RADIOBIOLOGIJU

Voditelj: dr Danilo Petrović, viši naučni suradnik

Zamjenik: dr Vjera Zgaga, naučni suradnik

LABORATORIJ ZA TUMORSKU I TRANSPLANTACIJSKU IMUNOLOGIJU

Voditelj: dr Branko Vitale, naučni suradnik

Zamjenik: dr Dragan Dekaris, naučni suradnik

LABORATORIJ ZA EKSPERIMENTALNU NEUROPATHOLOGIJU
RADIJACIJSKOG OŠTEĆENJA

Voditelj: dr Zlatko Supek, red. sveuč. profesor

Zamjenik: dr Živan Deanović, viši naučno-stručni suradnik

LABORATORIJ ZA EKSPERIMENTALNU TERAPIJU
RADIJACIJSKOG OŠTEĆENJA

Voditelj: prof. Veljko Stanković, naučni savjetnik

Zamjenik: dr Ivo Hršak, viši asistent

LABORATORIJ ZA NEUROFARMAKOLOGIJU

Voditelj: dr Mirjana Randić, viši naučni suradnik

Zamjenik: mr Ante Padjen, asistent

UZGOJ LABORATORIJSKIH ŽIVOTINJA

*

Istraživačka problematika Odjela može se grubo podijeliti u tri osnovna područja gdje se na raznim sistemima ispituju efekti zračenja,

kao i osnovni fiziološki procesi radi potpunijeg razumijevanja efekata koje izaziva zračenje; fiziologija bakterijskih, animalnih i humanih te biljnih stanica, imunobiologija te neurofiziologija. Ova istraživanja vrše se u šest laboratorija Odjela, koji obuhvaćaju 42 naučna radnika. Pored fundamentalnih u Odjelu se vrši i niz primijenjenih istraživanja od interesa za praktičnu medicinu, prvenstveno, u odnosu na tumore i njihovu radioterapiju, te na problemima koji su vezani uz istraživanja nekih lijekova. Primijenjena istraživanja vrše se u suradnji i uz financiranje Lige za borbu protiv raka i farmaceutske industrije, Tvornice farmaceutskih i kemijskih proizvoda "Pliva", u prvom redu. U ova istraživanja uključeni su i stručnjaci s klinika Medicinskog fakulteta u Zagrebu, mnogih bolnica te Središnjeg instituta za tumore i slične bolesti. Suština pristupa u primijenjenim istraživanjima je povezivanje i primjena fundamentalnih naučnih dostignuća u praksi.

U Laboratoriju za celularnu radiobiologiju izučavaju se osnovni molekularni mehanizmi oštećenja nastalih zračenjem i mogućnosti reparacije tih oštećenja, te mogućnost sinteze bakterijskih virusa u bestaničnom sistemu ("cell-free" sistem).

U ovom Laboratoriju otkrivenje najdrastičniji, do sada opisani, efekt ionizirajućeg zračenja: razgradnja bakterijske DNA. Istraživanja su bila dalje usmjerena na to da se utvrdi da li je ova razgradnja od sekundarnog biološkog značenja, tj. samo posljedica stanične smrti, ili je pak direktni uzrok staničnog ugibanja nakon izlaganja bakterija djelovanju ionizirajućeg zračenja. Rezultati dobiveni unazad tri godine ukazuju na ovu drugu mogućnost. Osim biološkog, proučavan je takodjer i biokemijski aspekt tog procesa. Utvrđeno je da je razgradnja DNA po svojoj prirodi, enzimatski proces i da je vjerojatno isti enzim odgovoran i za sintezu i za razgradnju DNA.

Na kulturama animalnih i humanih stanica težište je na izučavanju mogućnosti popravka oštećenja izazvanih zračenjem. Primjenom biološkog materijala, kao što su strana DNA i njeni prekursori, dakle,

fizioloških komponenata, utvrđeno je da je znatan dio letaliteta kod stanica posljedica zračenjem izazvanih poremećaja u metabolizmu nukleinskih kiselina. Ovo je saznanje od bitnog značaja za tumačenje nastanka i razvoja radijacijskog oštećenja i njegovog otklanjanja, što je neophodno za rješavanje mnogih problema patofiziologije i terapije radijacijske bolesti.

Jedno od najznačajnijih dostignuća u ovom Laboratoriju je slučaj sinteze bakterijskih virusa u in vitro sistemu, koji sadrži samo neke strukture stanice. Ovom radu prethodila su općenita ispitivanja uvjeta razmnožavanja bakterijskih virusa u raznim okolnostima, koja su ukazala na moguće posljedice interakcija bioloških struktura, a posebno na važnost bakterijske membranske strukture u procesu sinteze bakteriofaga. Novi su radovi pokazali da su pročišćene membranske strukture koje sadrže poliribosome i energetske sistem, uz dodatak biomolekula i anorganskih soli, sposobne za sintezu bakteriofaga.

U okviru suradnje s farmaceutskom industrijom ispitivano je djelovanje nekih nosintetiziranih antibiotika širokog spektra na određene bakterijske sojeve kao i na neke adenoviruse, a također je testiran toksičnost tih antibiotika na stanice animalnog porijekla u kulturi.

U zajednici s Ligom za borbu protiv raka SRH, ispituje se kinetika tumorskih stanica humanog porijekla in vitro. Ova istraživanja trebala bi omogućiti studiranje osjetljivosti raznih vrsta tumorskih stanica na agense fizikalne i kemijske prirode, što je od značaja za usavršavanje dirigirane terapije tumora citostaticima te njihove kombinacije s efikasnom radioterapijom.

Laboratorij za elektronsku mikroskopiju bavi se mikromorfologijom, napose citologijom. Osnovna problematika mu je istraživanje ultrastrukturnih promjena stanica i njihovih organela uzrokovanih endogenim i eksogenim faktorima.

U okviru sistematski provedenih istraživanja stanične nekrobioze jednoznačno je utvrđeno da promjene, koje su zapažene u ozračenim tkivima,

nisu specifični efekt zračenja, jer se mogu podjednako izazvati i drugim faktorima. Važni nalazi tih istraživanja su pojavljivanje endoplazmatskog retikuluma i upadljivo povećanje mitohondrija kao posljedica poremećenog staničnog disanja te karakteristične promjene na Golgijevim tjelešcima. Najznačajnije rezultate postigao je Laboratorij u istraživanju fine gradje plastida, od kojih radova treba istaknuti napose djelovanje zračenja na razvitak etioplasta u kloroplast, nalaz prolamelarnih tjelešaca u kloroplastima, istraživanja kemizma i zakonitosti pojavljivanja proteinskih kristala u plastidima, reverzibilnosti transformacije kloroplast kromoplast te fine gradje kromoplasta. Značajni rezultati postignuti su takodjer u istraživanju djelovanja zračenja na jednostanične alge te utjecaja drugih faktora na njihovu finu gradju.

Na eksperimentalnom modelu u visokosrodnih miševa izučava se u Laboratoriju za transplantacijsku i tumorsku imunologiju mehanizam transplantacijske bolesti koja se razvija nakon ubrizgavanja homolognih stanica koštane srži, te mogućnosti terapije te bolesti. U okviru tih istraživanja posebno mjesto zauzimaju izučavanje dinamike proliferacije, diferencijacije i funkcionalne aktivnosti imunološki kompetentnih stanica. U sklopu tog programa izučava se parabiotička bolest, kao posebna forma transplantacijske bolesti. Rezultati ukazuju na mogućnost kontrole akutne alogene bolesti i sprečavanja njene pojave, a preostaje da se riješi pitanje sekundarne bolesti.

Na modelu izučavanja specifične imunološke areaktivnosti nakon unosa definiranih kemijskih antigena nadjeno je da je najefikasniji način za uspostavljanje areaktivnosti višekratno ubrizgavanje krajnje malih doza nekog antigena. Te imunološki areaktivne stanice ostaju areaktivne i nakon prijenosa u novog domaćina uprkos naknadnoj antigenskoj stimulaciji.

U spontanih tumora dojke miševa nadjeni su tumor specifični antigeni. U izučavanju imunološkog odnosa tumora i domaćina radi se na praćenju dinamike razvitka stanične imunosti domaćina protiv tumora.

Izučava se mehanizam i dinamika razvitka stanične imunosti na klasične antigene, u toku transplantacijske bolesti i razvitka tumora. Razvijena je originalna metoda in vitro za detekciju stanične imunosti koja se s uspjehom primjenjuje u spomenutim istraživanjima.

U radu s imunoglobulinima uspjelo je iz seruma imuniziranih životinja odvojiti protutijela različitih seroloških osebina, koristeći razlike u naboju pojedinih molekula IgG klase.

Ostvarena je suradnja s Institutom "Pasteur" u Parizu za rad na stimulatorima imunološke reakcije, s Medizinische klinik u Marburgu suradjujemo na problemima transplantacije koštane srži, s bolnicama "Dr O. Novosel" i "Dr J. Kajfeš" suradjuje se na izobrazbi novih kadrova za rad na kliničkoj imunologiji, a s Ligom za borbu protiv raka na realizaciji projekta "Imunološki odnosi tumora i domaćina".

Problematika Laboratorija za eksperimentalnu terapiju radijacijskog oštećenja usmjerena je na izučavanje mogućnosti da se transplantacijom stanica ili tkiva oslabi ili pojača funkcioniranje imunološkog sustava primaoca stanica, i na izučavanje mogućnosti da se transplantacijom stanica ili tkiva zaustavi rast leukemije, odnosno da se unište leukemoidne stanice.

Uspjelo je pokazati da se injekcijom alogenih imunokompetentnih stanica životinji može potpuno spriječiti njezinu imunološku reakciju kako na novi antigen, tako i na antigen s kojim je životinja prethodno bila podražena. Ustanovljeno je potom da se sposobnost imunološke reakcije na novi antigen s vremenom normalizira, dok je prethodno imunizirana životinja izgubila populaciju onih stanica koje su odgovorne za tzv. imunološku memoriju. Nalaz je, dakle, osobito važan zato što pokazuje da se injekcijom tuđih imunokompetentnih stanica može zaustaviti daljnji tok nekog imunološkog procesa.

Injekcijom alogenih krvotvornih i imunokompetentnih stanica

u životinje s transplantiranom leukemijom uspjelo je eliminirati leukemiju u domaćinu, bilo da se radi o mijeloičkoj, bilo o limfatičkoj leukemiji. Dokazano je da 5-6 dana nakon injekcije tuđih stanica u tkivima domaćina nema ni leukemoidnih stanica koje bi mogle izazvati leukemiju prijenosom u nove primaoca. Uspjelo je, nadalje, eliminirati stanice alogenog davaoca i pokazati da se leukemija spontano ponovo ne pojavljuje. Prema tome nalaz je osobito važan jer ukazuje da za liječenje transplantirane leukemije injekcijom alogenih stanica nije nužno trajno zamijeniti domaćinove krvotvorne stanice s unijetim tuđim stanicama.

Nekoliko pravaca rada u Laboratoriju za neuropatologiju radijacijskog oštećenja imaju zajednički cilj: razjasniti ulogu biogenih amina u fiziološkim procesima centralnog živčanog sistema (CNS), u radijacijskom sindromu i u nekim drugim patološkim stanjima.

Ustanovljeno je da serotonin prodire u mozak samo pod pozitivnim gradijentom koncentracije. Budući da je ovaj gradijent u normalnim i patološkim stanjima negativan, serotonin iz periferije ne može izravno utjecati na funkcije CNS. Pronadjeno je, da je metabolizam serotonina u CNS znatno brži, nego što se mislilo. Do sada se isključivo u lumbalnom likvoru određivala koncentracija 5-hidroksiindolactene kiseline (5-HIAA), glavni metabolit serotonina, jer se vjerovalo da se tako može dobiti uvid u metabolizam serotonina u mozgu mentalnih bolesnika. Međutim, naša su istraživanja pokazala da 5-HIAA u lumbalnom likvoru ne potječe iz mozga, nego iz leđne moždine, te da se uvid u metabolizam serotonina u mozgu pacijenata može dobiti analizom cerebralnog (subokcipitalna punkcija), a ne lumbalnog likvora.

U suradnji s Neuropsihijatrijskom klinikom nastoji se objasniti biokemijska osnova nekih živčanih bolesti (migrena, Parkinsonova bolest, itd.). Praćenje izlučivanja serotonina i njegovog metabolita prije, za vrijeme i poslije napadaja migrenske glavobolje ukazuje na vjerojatnost hipoteze o naglom padu serotonina u krvi kao faktoru koji izaziva napad migrene.

Polazeći od pretpostavke da biogeni amini kao "neurohormoni" igraju značajnu ulogu u nastanku ranog radijacijskog sindroma i u razvoju "bolesti zračenja", izučavano je oslobađanje kao i daljnja sudbina serotonin i kateholamina u ozračenom organizmu. Rezultati istraživanja na tom području omogućili su zaključak da ionizirajuće zračenje uzrokuje ne samo oslobađanje serotonin i noradrenalina iz njihovih depoa (specifičnih vezikula), nego i da stimulira biosintezu, prvenstveno, serotonin u CNS. Ustanovljeno je zatim da zračenje ne mijenja propusnost krvno-moždane barijere za serotonin. Kao odraz oslobađanja serotonin iz njegovih tjelesnih depoa pod utjecajem ozračenja organizma javlja se u mokraći povećana količina 5-HIAA - njegovog glavnog metabolita. Ustanovljena je korelacija između izlučivanja ovog metabolita i doze zračenja. Zatim se pokazalo da životinje - ozračene istom dozom - preživljavaju tim dulje i u većem postotku što su nakon ozračenja mobilizirale više serotonin i izlučile više 5-HIAA. Ovi rezultati ukazali su na mogućnost da se biogene amine i njihove metabolite uzme u obzir kao biokemijske indikatore radijacijskog oštećenja.

Budući da među najefikasnija kemijska radioprotektivna sredstva spadaju serotonin i thio- odnosno disulfidni spojevi, ispitivana je ova aktivnost raznih sumpornih analoga serotonin. Samo oni spojevi gdje je sumpor bio ugrađen u indolsku jezgru, ili je bio supstituent na položaju 5 serotonin molekule, pokazali su radioprotektivni učinak sličan onome samog serotonin. Ispitani su i neki farmakološki učinci ovih novosintetiziranih spojeva. Između kemijske strukture, farmakološkog djelovanja i radioprotektivne efikasnosti postoji izvjesna povezanost.

Program rada Laboratorija za neurofarmakologiju obuhvaća proučavanje prijenosa informacija među živčanim stanicama u centralnom živčanom sustavu sisavaca, posebno kemijskog sinaptičkog prijenosa. Istraživana je potencijalna neurotransmitorna uloga acetilkolina i monoamina (5-hidroksitriptamina i noradrenalina) i dobiveni su novi eksperimentalni dokazi u prilog hipotezi o njihovoj transmitornoj funkciji.

Ustanovljeno je da su efekti iona Ca i Mg u procesu oslobađanja acetilkolina (ACh) u kori velikog mozga slični efektima ovih iona na perifernim sinapsama gdje je transmitorna uloga ACh prilično sigurno dokazana. Lokalnom primjenom tetrodotoksina (koji sprječava propagaciju živčanih impulsa) pronadeno je da je preko 80% oslobodjenog ACh u uvjetima bez stimulacije posljedica aferentnih impulsa u kori velikog mozga.

U Laboratoriju je prvi puta pokazano in vivo izazvano oslobađanje 5-hidroksitriptamina (i njegovog glavnog metabolita 5-hidroksiindolacetone kiseline) u mozgu na električnu stimulaciju n. rafe srednjeg mozga. Ovo oslobađanje specifična je posljedica stimulacije n. rafe jer izostaje u slučaju stimulacije drugih anatomskih puteva (perifernih osjetnih živaca, retikularne formacije), a pokusi na adrenalektomiranim životinjama isključili su nespecifični efekt stres reakcije. Rezultati istraživanja sugeriraju da električna stimulacija n. rafe uzrokuje povećanje sinteze 5-HT na sličan način kako je dokazano u perifernom adrenergičkom sistemu. Nadalje je nađeno da probenecid i halucinogeni, LSD i dimetiltriptamin, značajno interferiraju s povećanim oslobađanjem 5-HT na živčanu stimulaciju.

Daljnji podaci o neurogenom oslobađanju 5-HT dobiveni su usporedbom odgovora neurona kore velikog mozga na električku stimulaciju n. rafe i odgovara istih neurona na lokalnu (mikroiontoforetsku) primjenu 5-HT. Ustanovljen je određeni paralelizam izmedju aktivnosti neurona kore na električku i kemijsku stimulaciju.

Rezultati i dostignuća Odjela objavljeni su u inozemnim i domaćim časopisima u 310 radova. Mnogi od postignutih rezultata predstavljaju značajan naučni doprinos u međunarodnim razmjerima i cijenjeni su i zapaženi od međunarodne naučne javnosti.

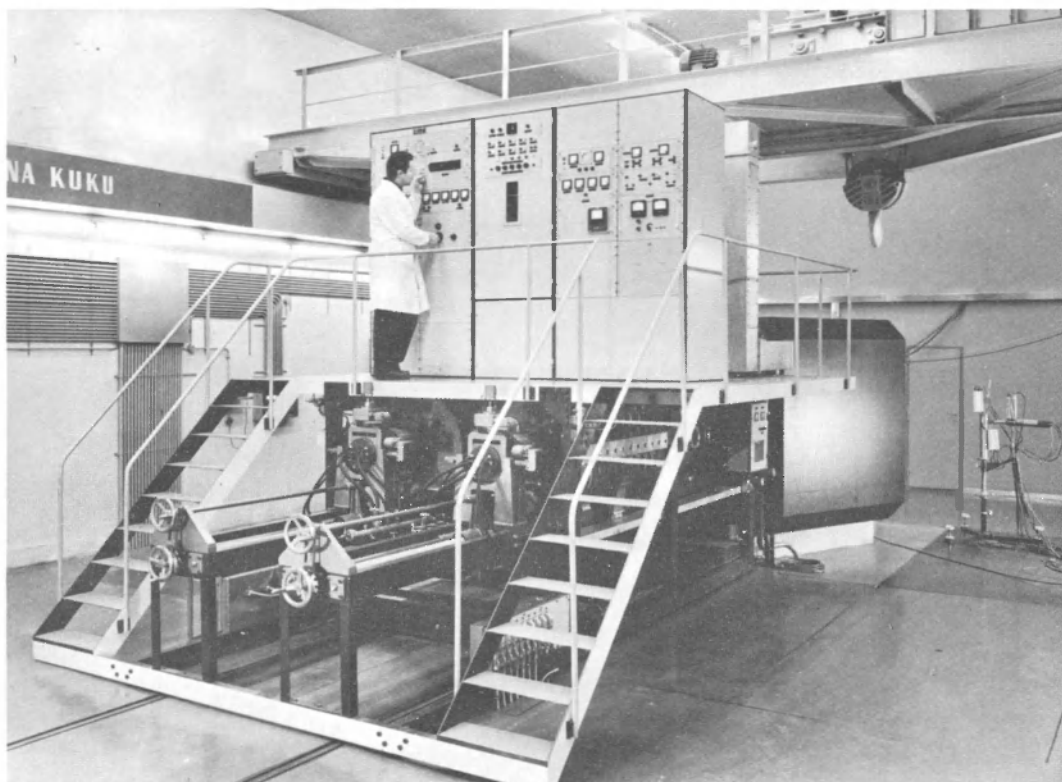
Mnogi suradnici Odjela sudjeluju aktivno u dodiplomskoj i postdiplomskoj nastavi na Sveučilištu, te je do sada u Odjelu izradjeno 17



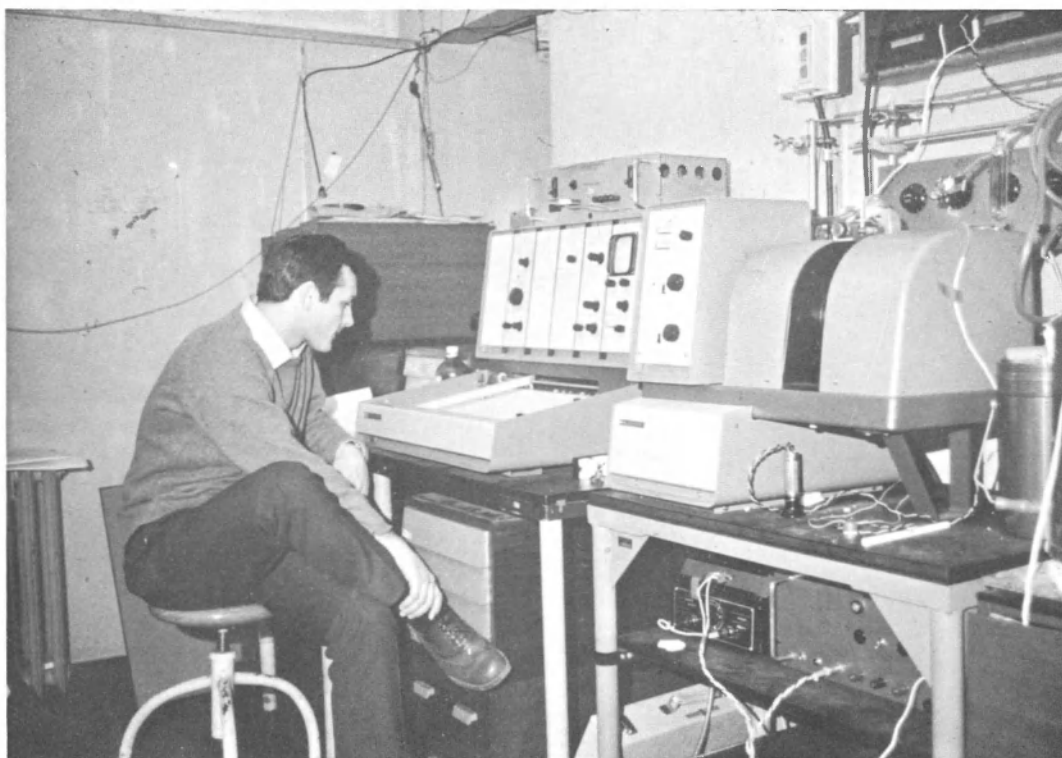
ZGRADA CENTRA ZA ISTRAŽIVANJE MORA U ROVINJU



UZIMANJE UZORAKA MORSKE VODE IZ ODREĐENIH DUBINA



CIKLOTRON 16 MeV



UREĐAJ ZA ELEKTRONSKU PARAMAGNETSKU REZONANCIJU

diplomskih, 25 magistarskih radova i 32 doktorske disertacije. Tom aktivnošću suradnici Odjela daju značajan doprinos u usavršavanju i izobrazbi naučnih kadrova i širenju naučne misli iz najsuvremenijih područja biologije.

CENTAR ZA ISTRAŽIVANJE MORA

Pročelnik: dr Marko Branica, naučni savjetnik

Zamjenici: dr Zdenka Konrad, naučni suradnik i
dr Dušan Zavodnik, viši naučni suradnik

LABORATORIJ ZA FIZIČKO KEMIJSKE SEPARACIJE

Voditelj: dr Marko Branica, naučni savjetnik

Zamjenici: dr Ljubomir Jeftić, naučni suradnik i
mr Ante Škrivanić, naučno-stručni asistent

LABORATORIJ ZA EKOLOGIJU I SISTEMATIKU

Voditelj: dr Dušan Zavodnik, viši naučni suradnik

Zamjenik: dr Zdravko Štević, viši asistent

LABORATORIJ ZA ORGANSKU PRODUKCIJU I BIOKEMIJU

Voditelj: dr Sergije Kveder, viši naučni suradnik

Zamjenik: mr Noeliya Revelante, asistent

LABORATORIJ ZA NUKLEARNU KEMIJU I RADIOEKOLOGIJU

Voditelj: dr Petar Strohal, izv.sveuč.profesor

Zamjenici: dr Mirko Dikšić, viši asistent i
dr Čedomil Lucu, viši asistent

LABORATORIJ ZA ELEKTROKEMIJU

Voditelj: dr Velimir Pravdić, viši naučni suradnik

Zamjenik: Višnja Mikac-Dadić, dipl. inž., asistent-postdiplomand

LABORATORIJ ZA ELEKTROFOREZU

Voditelj: dr Zvonimir Pučar, naučni savjetnik

Zamjenik: dr Zdenka Konrad, naučni suradnik

*

Centar za istraživanje mora djeluje od 1.1 1969. kao suradna jedinica Instituta "Rudjer Bošković" i Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti. Sastoji se od šest laboratorija smještenih u Zagrebu i Rovinju. Dva

laboratorija Centra imaju sva radna mjesta u Zagrebu, dva laboratorija koja imaju sva radna mjesta u Rovinju, a dva tzv. mosna laboratorija imaju radna mjesta i u Zagrebu i u Rovinju. Svrha mosnih laboratorija je direktno povezivanje istraživačkih iskustava specijaliziranih laboratorija u Zagrebu s terenskim radovima na Jadranu, odnosno laboratorijskim radom u Rovinju.

Istraživanja u Centru za istraživanje mora obuhvaćaju studij fizičkih i bioloških stanja i zbivanja u moru, naročito onih kod kojih je naglašen utjecaj dna (zbog plitkoće mora), okolnog kopna i riječnih uliva i nanosa. Glavne teme istraživanja su: proučavanje sezonskih ciklusa osnovnih fizičkih, kemijskih i bioloških parametara; proučavanje fizičko-kemijskog stanja makro- i mikrokonstituenata mora, prijenosa anorganske tvari, njezine ugradnje u morske organizme i adsorpciono-desorpcionih procesa na sedimentima; karakterizacija i izučavanje dinamike životnih zajednica pučine i morskog dna; istraživanje produkcije i prinosa organske tvari, te procjena biomase pojedinih sudionika, kao i radioekologija sjevernog Jadrana.

Istraživački programi financirani su preko ugovora sa Sveznim i Republičkim savjetom za naučni rad, Saveznom komisijom za nuklearnu energiju, nekim privrednim organizacijama ("Pliva", PZ-Vodnjan, Zagreb-Vodovod), odnosno putem ugovora sa ZAMTES-om.

Osim istraživačkog rada, Centar sudjeluje u dodiplomskoj i postdiplomskoj nastavi, organizira već tradicionalnu Ljetnu školu "Kemija na granici faza kruto/tekuće", kao i specijalizirane tečajeve iz područja koja su u vezi s njegovim istraživačkim radom.

U Laboratoriju za fizičko-kemijske separacije (Zagreb - Rovinj) težište istraživanja je fizička kemija elektrolitnih otopina, odnosno:

- karakterizacija ionskih stanja vrlo niskih koncentracija elemenata u otopinama, ispitivanja mehanizama i procesa fizičko-kemijskih separacija u otopinama, te određivanje odgovarajućih termodinamičkih i

kinetičkih parametara;

- razvoj i primjena modernih elektroanalitičkih, osobito polarografskih tehnika koje omogućavaju karakterizaciju interakcije u otopinama metalnih iona i liganada vrlo niskih koncentracija.

Usmjerena istraživanja odnose se na kemiju mora i nuklearnu problematiku, tj. na:

- sakupljanje podataka fizičkih, kemijskih i fizičko-kemijskih parametara u oceanografskim stanicama u sjevernom Jadranu;
- karakterizaciju fizičko-kemijskih oblika mikrokonstituenata i radionuklida u slatkoj i morskoj vodi, kao i u uvjetima pritoka rijeka;
- razvoj i primjenu specifične instrumentacije;
- karakterizaciju i traženje novih postupaka za separaciju ožračenog nuklearnog goriva.

U Laboratoriju za ekologiju i sistematiku (Rovinj) vrše se ispitivanja dinamike životnih zajednica u biotopu mora, kao i inventarizacija jadranske flore i faune. Istraživanja uključuju:

- karakterizaciju i rasprostranjenje životnih zajednica na području sjevernog Jadrana;
- ispitivanje dinamike pelagičkih i bentoskih zajednica s obzirom na biotičke i abiotičke faktore;
- proučavanje dinamike životnih zajednica kao posljedice neprestanog nastajanja i razvoja;
- ispitivanje intra- i interspecijskih odnosa u dinamici zajednica-prehrambeni lanac;
- sistematsko proučavanje flore i faune Jadranskog mora, s posebnim osvrtom na rovinjsko područje.

U sklopu ovog Laboratorija djeluje i "Grupa za ribarstvo i uzgoj morskih organizama". Njezin osnovni zadatak su ispitivanja i analize uvjeta ribarstva i uzgoja ekonomski interesantnih morskih organizama.

U Laboratoriju za organsku produkciju i biokemiju (Rovinj) istražuju se primarna produkcija i prijenos organske tvari u sjevernom Jadranu, kao i biokemijski procesi u morskim organizmima. Istraživanja uključuju:

- praćenje sezonskih varijacija fitoplanktona, te primarna produkcija fitoplanktona na tri stalne hidrografske stanice (in situ) i kod konstantnog svjetla i temperature u laboratoriju;
- istraživanje primarne produkcije, sastava i količine pigmenata viših algi.

U Laboratoriju za nuklearnu kemiju i radioekologiju (Zagreb - Rovinj) vrše se radiometrijske analize morske vode, biote i morskih sedimenata na području sjevernog Jadrana, posebno:

- istraživanja osnovnog sastava i rasprostranjenja mikrokonstituenata u bioti mora, kao i koncentracionih faktora za reprezentativan biološki materijal;
- ispitivanja radiokemijskog ponašanja produkata nuklearne fisije i korozijske u moru s obzirom na prijenos i sudbinu radionuklida u moru;
- proučavanja prijenosa i procesa akumulacije raznih radionuklida i tragova elemenata u morskim ekosistemima;
- ispitivanja fiziološke uloge radionuklida i mikrokonstituenata u organizmima te, uloge njihovih fizičko-kemijskih stanja kod prijenosa u biološkim sistemima;
- istraživanja mehanizama prijenosa mikrokonstituenata i radionuklida u biološkim sistemima, ispitivanja mehanizma niskoenergetskih nuklearnih reakcija induciranih neutronima ili nabijenim česticama, produkcija radionuklida na ciklotronu te
- razvoj tehnika aktivacione analize i drugih radiometrijskih metoda u analitičkoj kemiji.

U Laboratoriju za elektrokemiju (Zagreb) vrše se istraživanja na području elektrokemije, i na području kemije površina. Ispituje

se utjecaj različitih tvari na svojstva graničnih površina, npr. raznih komponenta morske vode na stanje sedimenata. Tom problematikom zacrtan je put bazičnim istraživanjima elektrokemije u područje primijenjenih istraživanja zagađivanja mora. Istraživanja u Laboratoriju obuhvaćaju također i iznalaženje mehanizama i kinetike elektrokemijskih reakcija, transportnih procesa mase i naboja preko granica faza, kao i karakterizaciju svojstava čvrstih površina s obzirom na njihova adsorpciona i katalitička svojstva. Ta se istraživanja odnose na materijale kao što su uranov oksid, staklo i kvarc. Laboratorij se djelomično bavi i konstrukcijom i izradom specijalnih aparatura i instrumenata za elektrokemijska mjerenja. U suradnji s drugim laboratorijima organiziraju se specijalizirani simpoziji i škole o kemiji granica faza, elektrokemiji i koloidnoj kemiji.

U Laboratoriju za elektroforezu (Zagreb) pomoću različitih elektroforetskih tehnika studiraju se:

- fizičko-kemijska stanja mikrokonstituenata u morskoj vodi i sistemima morska voda-helatizirajući agensi;
- vezanje i interakcija izabranih radionuklida s bjelančevinama nekih morskih organizama;
- elektromigraciona svojstva anorganskih iona u koncentriranim otopinama elektrolita;
- prijenos kroz ionsko-izmjenjivačke i biološke membrane.

U djelatnost laboratorija spada također i poluindustrijsko elektrokemijsko dobivanje UO_2 kao i istraživanje sol-gel postupka.

* * *

Velimir Pravdić

S L U Ź B A D O K U M E N T A C I J E I N S T I T U T A

Emisija, prijem i klasifikacija informacija centralna su djelatnost svakog znanstvenog instituta. Institut "Rudjer Bošković" od svog osnutka ima unutar Službe dokumentacije Knjižnicu (danas oko 22.000 naslova i oko 450 časopisa), Centralni fotolaboratorij, Konstrukcioni ured, te Službu prijepisa i umnožavanja.)

Dvije knjižnice Instituta (Matematičko-fizička i Kemijsko-biološka), iako smještene u vrlo skućenim i s obzirom na opseg rada nepodesnim prostorijama, obavljaju sav posao prijema informacija preko časopisa, reporta, monografija, udžbenika i ostalih tiskanih materijala. Klasifikacija materijala u niz kataloga omogućuje korisnicima brzo i podesno pronalaženje potrebnih informacija.

Služba prijepisa i umnožavanja, te Centralni fotolaboratorij i Konstrukcioni laboratorij (crtana) omogućuju izdavanje, opremu i odašiljanje informacija, proisteklih iz naučne djelatnosti Instituta, u obliku radova, preprinta ili reprinta.

Sve prognoze prijašnjih godina o eksploziji informacija premašene su. Institut danas osjeća nedostatak Centralne knjižnice prirodnih nauka i tehnologije u kojoj će prihvat klasifikacija i pronalaženje informacija biti automatizirani.

* * *

Stjepan Ivanković

TEHNIČKI SEKTOR

Postojanje tehničke službe u sastavu Instituta "Rudjer Bošković" posljedica je nužnosti razvoja i održavanja opreme za naučnu djelatnost. Zadataci te službe su: projektiranje, izrada konstrukcijske dokumentacije, razvijanje, izrada i održavanje laboratorijske opreme, održavanje instalacijskog kompleksa Instituta, dobivanje tekućeg zraka, te pogona i održavanje postrojenja za centralno grijanje.

Poslovi tehničke službe u početku rada Instituta nisu bili objedinjeni, tj. grupa konstruktora i radnika u proizvodnoj radionici nalazila se u sastavu odjela radionica, a radnici na održavanju u sastavu općeg odjela, odnosno službe investicione izgradnje. Svi ovi radnici bili su smješteni u objektu Radionice I.

Kako je Institut rastao, povećavale su se i potrebe pa Radionice prerastaju u Tehnički sektor, dok grupa za održavanje ostaje i dalje u sastavu službe za investicionu izgradnju. 1957. godine dovršen je novi objekt za smještaj proizvodnih radionica - Radionice II - u koji objekt su te radionice preselile.

Radom tako organiziranog Tehničkog sektora rukovodio je do kraja 1955. godine dipl.inž. Vilko Petera, od 1955. do kraja 1957. dipl. inž. Aleksandar Szaskiewiez, te do pred kraj 1960. godine Josip Šatović, kao v.d. šefa sektora.

Od listopada 1960. godine radom Tehničkog sektora rukovodi inž. Stjepan Ivanković. Tada je provedeno i objedinjavanje tehničke službe pa je i grupa za održavanje uključena u sastav Tehničkog sektora, a za servisne

radionice osiguran je smještaj u baraci I koja je podignuta 1961. godine. Najveći broj radnika u Sektoru zabilježen je 1965. godine 85 radnika. Od tada je broj radnika u Tehničkom sektoru spao na 62, a aktom o sistematizaciji radnih mjesta predviđa se 68 radnika. Organizacijska struktura današnjeg tehničkog sektora je:

SEKRETARIJAT TEHNIČKOG SEKTORA

KONSTRUKCIJSKO-TEHNIČKI BIRO

POGON RADIONICA

- Služba raspodjele rada
- Radionica za strojnu obradu
- Radionica za ručnu obradu i montažu
- Radionica za obradu stakla

POGON ODRŽAVANJA

- Servis za elektrouredjaje i instalacije
- Servis za mehaničke instalacije i energetiku
- Servis za zidarske i ličilačke radove
- Servis za stolarske radove

U Pogonu radionica Tehničkog sektora razvijen je i izradjen veliki broj laboratorijskih instrumenata, a napose je potrebno naglasiti udio Tehničkog sektora u izgradnji i opremanju neutronske generatore od 200 KeV, ciklotrona, kobalnog izvora, raznih dijelova za elektroničke instrumente i dr. Osoblje Tehničkog sektora izvršilo je i montažu postrojenja kotlovnice u fazi rekonstrukcije.

Vrsta poslova uvjetovala je razvijanje specijalističkih metoda rada, što u promijenjenom načinu poslovanja Institutu omogućava razvijanje djelatnosti i za korisnike izvan Instituta, uz odgovarajuće popratne preinake u načinu rada i materijalno-financijskom poslovanju.

Jedna od značajnih pretpostavki za aktivnije djelovanje Instituta na rješavanju zadataka za privredne radne organizacije sigurno je postojanje dobro opremljene i odgovarajuće organizirane tehničke službe u sastavu Instituta.

P R E G L E D N A G R A D J E N I H S U R A D N I K A
I N S T I T U T A " R U D J E R B O Š K O V I Ć "

REPUBLIČKE NAGRADE

- za životno djelo
- "Rudjer Bošković"
- "Nikola Tesla"

NAGRADA GRADA ZAGREBA

NAGRADA "BORIS KIDRIČ"

*

REPUBLIČKA NAGRADA ZA ŽIVOTNO DJELO

Godina 1969.

Prof. Dr. BOŽO TEŽAK

za aktivan 40-godišnji rad na području anorganske
koloidne kemije, stvaranju čvrste faze iz elektro-
litnih otopina, teoriji koagulacije i strukture
granica faza

*

REPUBLIČKA NAGRADA "RUDJER BOŠKOVIĆ"

Godina 1960.

Dr IVAN SUPEK

za djelo s područja teorije vodljivosti
metala u vezi s redukcijom Blochove in-
tegralne jednačbe na diferencijalnu
jednačbu kod niskih temperatura

*

Godina 1961.

Dr DRAGO GRDENIĆ

za značajno naučno djelo iz područja
anorganske kemije

*

Godina 1961.

Dr MIHOVIL PROŠTENIK

za značajno naučno djelo iz područja
organske kemije

*

Godina 1962.

Dr KSENOFONT ILAKOVAC

Dr LUICHIO GIOIETTA KUO

Dr MARIJAN PETRAVIĆ

Dr IVO ŠLAUS

Dr PETAR TOMAŠ

za određivanje neutron-neutron dužine raspršenja

*

Godina 1962.

Dr ZVONIMIR PUČAR

za istraživački rad i postignute rezultate na području jedno- i dvodimenzionalne elektrokromatografije i kontaminirane elektroforeze

*

Godina 1965.

Dr ZLATKO SUPEK

za rezultate postignute na području istraživanja patofiziologije radijacijske bolesti

*

Godina 1966.

Dr MIRKO MIRNIK

Dr RANKO WOLF

Dr MARKO HERAK

Dr RADOSLAV DESPOTOVIĆ

za postignute rezultate na naučnom radu koji su doprinijeli razjašnjenju površinskih pojava od

važnosti za razvijanje teorije električnog dvostrukog sloja, te primjeni tih pojava u nuklearnoj tehnologiji

*

Godina 1967.

Dr NIKŠA ALLEGRETTI

za značajan naučni rad iz područja imunologije

*

Godina 1967.

Dr SMILJKO AŠPERGER

za radove iz područja kompleksne kemije, napose studij mehanizma oktaedralnih supstitucija

*

Godina 1968.

Dr GAJA ALAGA

za radove iz semimikroskopskog modela atomske jezgre

*

Godina 1968.

Dr DIONIS SUNKO

Dr STANKO BORČIĆ

za radove iz područja mehanizma organskih reakcija

*

Godina 1968.

Dr VERA ZGAGA

za radove koji se odnose na proces indukcije
bakterijskog virusa lambda i na umnažanje istog
virusa izvan organizirane stanice

*

Godina 1969.

Mr IVICA DADIĆ

Dr MLADEN MARTINIS

za značajno naučno djelo "Fenomenološki"
pristup visokoenergetskim procesima"

*

Godina 1969.

Dr NIKOLA ZOVKO

za značajno naučno otkriće na području kaonskog
visokoenergetskog raspršenja

*

Godina 1969.

Dr IVO ŠLAUS

Dr VLADIVOJE VALKOVIĆ

Dr GUY PAIĆ

za značajne radove iz područja nuklearne inter-
akcije i sistema s malim brojem nukleona

*

REPUBLIČKA NAGRADA "NIKOLA TESLA"

Godina 1960.

Dr TOMO BOSANAC

za konstrukciju generatora Hidroelektrane
"Split"

*

Godina 1961.

Dr MLADEN PAIĆ

Dr KRSTO PRELEC

Dr PETAR TOMAŠ

Dr MILENA VARIČAK

za zamisao i nacrt neutronske generatora
u INSTITUTU "Rudjer Bošković"

*

Godina 1963.

Inž. EUGEN BOLTEZAR

Inž. MARCEL LAŽANSKI

za izgradnju ciklotrona u Institutu "Rudjer
Bošković"

*

Godina 1964.

Dr MAKSIMILIJAN KONRAD

Mr ALEKSANDAR HRISOHO

Dr BRANKO SOUČEK

Inž. BOJAN TURKO

*za rad na digitalnoj obradi podataka u
nuklearnoj instrumentaciji*

*

Godina 1966.

Dr BRANIMIR MARKOVIĆ

Dr LIDIJA COLOMBO

Inž. ŽELJKO PAVLOVIĆ

ANTUN PERŠIN

*za uspješnu konstrukciju i izvedbu prvog lasera
sagrađenog u zemlji, te za istraživački rad
izvršen pomoću tog lasera*

*

Godina 1969.

Dr BRANKO SOUČEK

Dr VLADIMIR BONAČIĆ

Mr KRUNOSLAV ČULJAT

*za radove na uspješnoj konstrukciji izvedbe prvog
"on-line" kompjuterskog sistema u zemlji i za
originalni istraživački rad na transformaciji
podataka pomoću kompjutera*

*

Godina 1969.

Dr IGOR DVORNIK

*za konstrukciju kemijskog dozimetra i čitača
za masovnu upotrebu*

*

NAGRADA GRADA ZAGREBA

Godina 1967.

Dr MILAN RANDIĆ

za značajna naučna dostignuća na području
teorijske kemije

*

NAGRADA "BORIS KIDRIČ"

Godina 1969.

Dr DUŠAN ZAVODNIK

*za rad u studiju dinamike litoralnih naselja
fitala na zapadno istarskoj obali*

*

S osobitom radošću unosim nekoliko riječi u
spomen-knjigu Instituta Ruđer Bošković. Podizanje na-
javo znati rasvjetliti fizičkih istraživanja i našim kro-
jima. Žir Jak, koji već sada struji tim predstom
kautnog rada u fizičici, završava radnika, koji promjena
njihov rad, stvaraju prijete perspektive. O prca želiam
predanom radu i punom zamaču svih radnika
sve najbolje.

30. IX. 1954.

Dr. Željko Marković
rektor Sveučilišta

28 July 1957 Linus Pauling . It has
been a pleasure to have even a short
visit to this beautiful Institute.

Linus Pauling

Iako kratka, posjeta ovom lijepom Institutu pricinila mi je
veliko zadovoljstvo.

It has been a great pleasure to come back
to Zagreb and see the wonderful development of
the Institut Rudjer Boskovic with its magnificent
facilities for research in so many fields of science
and I wish to express my heartiest wishes for fruitful
work in the Institut to promote our knowledge and
understanding of that Nature of which we ourselves
are part

29-10-1958

Niels Bohr

Niels Bohr

Veliko zadovoljstvo pricinio mi je povratak u Zagreb gdje sam
vidio sjajan napredak Instituta "Rudjer Boskovic", pred kojim se
pruzaju izvanredne mogucnosti istrazivanja na raznim poljima nauke.
Ovom prilikom volio bih izraziti iskrene zelje za plodan rad Insti-
tuta, kao i za prosirenje naseg znanja i razumjevanja Prirode, koje
smo i mi sami jedan dio.

我們已進入原子時代。這個研究所的成立，更顯出它的重要性。地點這樣幽美，實驗室這樣寬敞，設備這樣優良，即使是一個很好的開始。我深信很快就有很大很多的成就和貢獻，成為原子能研究的中心之一。

我們要為和平利用原子能而努力工作，同時為禁止原子武裝而奮鬥。為世界和平，為人類幸福而努力。

中國工程技術
代表團

嚴濟慈 (Ny Tsi-tse)
1955年11月19日。

Ny Tsi-Ze Président de la division des Sciences Techniques,
Académie des Sciences, Pékin.

Evo nas u atomskom dobu. Formiranje ovog Instituta je od osobitog značaja. Institut ima veoma dobar položaj a laboratoriji su prostrani i dobro opremljeni. Zaista dobar početak. Pred vama stoji ostvarenje značajnih poduhvata koji će doprinijeti cjelokupnom radu Instituta. Ovaj će Institut sigurno postati jedan od najvažnijih centara nuklearne fizike. Primjena atomske energije u mirnodopske svrhe je u prvom planu, a cilj je uništenje atomskog oružja za očuvanje mira u svijetu i dobrobit čovječanstva.

Très intéressé par ma visite du bel Institut Boresvitch,
je suis sûr que de beaux travaux y seront faits

F. Perrin

14 mars 1957

Francis Perrin, Haut Commissaire à l'Energie Atomique
de France

Francis Perrin Haut Commissaire à l'Energie Atomique de France.

Oduševljen posjetom lijepom Institutu "Rudjer Bošković",
uvjeren sam da pred njim stoje svijetle perspektive.

Particulièrement heureux d'avoir eu l'occasion de visiter ce bel et
grand Institut, j'exprime ici toute mon admiration pour une institution dont
j'ai déjà pu admirer les premières réalisations et dont l'enthousiasme
et la compétence de chacun des travailleurs est un sûr gage des
succès à venir.

J'espère que des liens qui se sont établis entre votre Institut et notre
Istituto superiore di Sanità de Roma seront toujours plus étroits.

g. xi. 57.

Danielo Zovci

Neobično sretan, što mi se pružila prilika da posjetim ovaj
lijepi i veliki Institut, želim izraziti divljenje prema institu-
ciji i njenim prvim ostvarenjima kao poletu i odgovornosti svakog
pojedinoć radnika Instituta koji garantiraju uspjeh u budućnosti.

Nadam se da će se veze, koje su se uspostavile između Insti-
tuta "Rudjer Bošković" i Istituto superiore di sanità iz Rima,
još više učvrstiti.

I found the Boskovitch Institute beautiful and impressive.
Best wishes for continued success in the development of your scientific work

Aug. 8, 1960

Alvin M. Weinberg
Oak Ridge National Laboratory
Oak Ridge, Tennessee

Alvin M. Weinberg Oak Ridge National Laboratory Oak Ridge, Tennessee.

Smatram da je Institut "Rudjer Bošković" divan i da ostavlja dojam na svakog posjetioca. Najbolje želje za daljnji uspjeh u stvaralačkom naučnom radu.

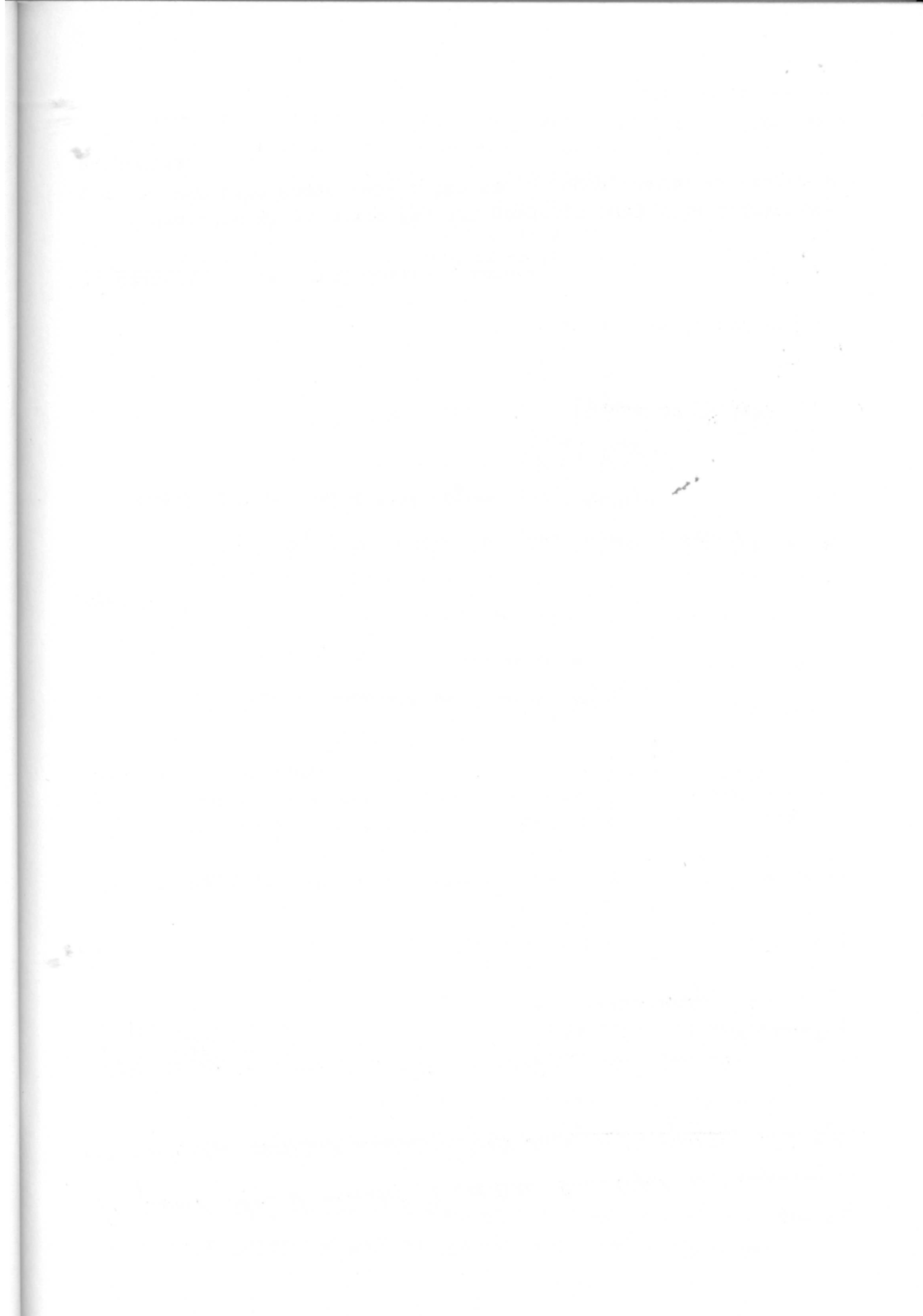
Sept 11 - 1963

I am very happy to have visited this fine Institute about which I have heard so much and to meet again many colleagues.

Patrick Blackett
Imperial College London

P. Blackett Imperial College, London.

Neobično mi je drago što sam posjetio ovaj lijepi Institut o kojem sam tako mnogo čuo, i što sam se opet sastao sa starim suradnicima.



Pregled ugovorenih istraživanja u 1970. godini

Teorija polja, teorija jakih i slabih
interakcija i simetrije u fizici ele-
mentarnih čestica

Dr N. Limić - dr N. Zovko

Niskoenergetska teorijska nuklearna
fizika

Prof. dr G. Alaga

Kolektivni efekti u kristalima

Dr V. Šips

Matematski problemi u teorijskoj nuklearnoj
fizici

Prof. Z. Janković - dr N. Limić

Istraživanja međudjelovanja neutrona s
atomskim jezgrama i mjerenja nuklearnih
veličina

Dr I. Šlaus - dr P. Tomaš

Izučavanje nuklearnih reakcija i njihova
primjena

Dr I. Šlaus

Ispitivanje nuklearne strukture brzim
neutronima

Dr N. Cindro - prof. V. Knapp

Nuklearna spektroskopija

Dr N. Cindro

Laseri i optičko pumpanje

Prof. B. Marković - mr A. Peršin

Kolektivno pobudjenje elektronskog oblaka
slobodnog atoma

Prof. B. Marković - mr Ž. Pavlović

Raman spektri organskih kristala i
molekula

Dr L. Colombo

Pogon ciklotrona

Inž. T. Lechpammer

*Ispitivanje karakteristika poluvodiča
pod utjecajem zračenja*

Dr N. Urli

*Istraživanje električnih, fotoelektričnih
i termoelektričnih svojstava poluvodičkih
spojeva*

Dr B. Čelustka

*Studij korozije i difuzije u sistemu
uran-sumpor*

Z. Despotović - dr Z. Ban

*Strukturna, mikrostrukturna i morfološka
istraživanja kristala*

Prof. S. Ščavničar - dr B. Matković

*Separacija, analiza i termodinamika ultra-
prečišćavanja nekih organskih i anorganskih
supstancija plinskom kromatografijom*

Dr F. Zado

*Morfološka karakterizacija površine
polimera*

Dr F. Zado

Strukturna istraživanja polimera

Dr A. Bezjak

*I⁸ traživanje oksidoredukcijskih procesa
elektronskom paramagnetskom rezonancijom*

Dr J. Herak

Procesi u plazmi i interakcije s površinama

Inž. Z. Šternberg

*Studij sporih atomarnih i molekularnih
sudarnih procesa*

Inž. Z. Šternberg

*Problemi interface sistema i njegova
realizacija*

Dr M. Konrad

*Razvoj mjernih metoda i instrumenata za
istraživanja u fizici*

Dr G. Smiljanić

*Mehanizam mineralizacije tkiva u kostima
i zubima (do 28.II 1970)*

Dr H. Füredi-Milhofer

*Fizičko-kemijski mehanizmi bioloških
procesa mineralizacije*

Dr H. Füredi-Milhofer

Optička istraživanja makromolekula

Dr Dj. Deželić

Mehanizam retro Diels-Alderove reakcije

Prof. S. Ašperger

*Ekstrakcija, separacija i kompleksna
kemija prelaznih metala*

Dr H. Meider - dr V. Jagodić

*Površinske pojave od važnosti za nukle-
arnu energetiku*

Prof. M. Mirnik

Studij ravnoteže tekućih i krutih faza

Prof. dr M. Mirnik

Kemija vrućeg atoma

Dr M. Vlatković

*Radiolitički procesi u ugljikovodicima i
njihovim derivatima u tekućem i čvrstom stanju*

Dr I. Dvornik

*polimerizacija i kopolimerizacija inici-
rana ionizirajućim zračenjem.*

Oplemenjivanje polimera zračenje

Dr I. Dvornik

*Istraživanje molekularne strukture metodama
kvantne kemije i spektroskopije*

Prof. Milan Randić

*Razrada novih analitičkih metoda određivanja
anorganskih i organskih materijala*

Dr Š. Mesarić

*Fizičko-kemijske separacije nuklearnih
materijala*

Prof. B. Težak

*Studij reakcionih mehanizama; sekundarni hi-
drogenski izotopni efekti*

Prof. D. Sunko

*Nuklearno-magnetske rezonancije nukleinskih
kiselina i njihove modifikacije*

Dr V. Škarić - dr B. Gašper

*Sinteza, izolacija i primjena prirodnih
cikličkih sistema i njihovih esencijalnih
fragmenata*

Dr V. Škarić - dr Dj. Škarić

Ispitivanje antibiotika

Dr V. Škarić

Sinteza ^{14}C markiranih spojeva

Dr D. Keglević

Sinteza organskih spojeva sa markiranim atomima

Dr D. Keglević

Detoksikacija i konjugacija organskih molekula u živim sistemima

Dr D. Keglević

Metabolizam biogenih amina u eksperimentalnim životinjama

Dr S. Iskrić

Kemija N-acetil-manozamina

Dr N. Pravdić

Studij prirode reparatornih mehanizama u zračenim stanicama

Dr E. Kos

Djelovanje zračenja na biomakromolekule in vivo i in vitro. Istraživanja na bakterijama.

Dr E. Kos

Proučavanje sinteze i funkcije ribosomske, ribonukleinske kiseline in vivo i in vitro (do 30.IX 1970.)

Dr Ž. Kućan

Studij mehanizama koji uvjetuju održavanje konstantnosti genetskih informacija (do 30.IV 1970.)

Dr M. Drakulić

Aditivi za motorna ulja

Dr S. Borčić

Ispitivanje tetraciklinskih antibiotika

Dr V. Škarić

Biosintetski procesi na putu stvaranja lizina i nekih drugih aminokiselina

Dr Lj. Vitale

Utjecaj kloramfenikola na biosintezu proteina sa posebnim osvrtom na skretanje biosintetskog puta glutaminske kiseline na lizin

Dr D. Keglević

*Istraživanje peptida i proteina sa
naročitim osvrtom na automatsku sin-
tezu peptida i polipeptida*

*Dr D. Keglević - dr Z. Pučar
- dr V. Škarić*

*Istraživanje ultrastruktura fotosin-
tetskog aparata i njihovih funkcija*

Prof. Z. Devide

*Djelovanje ionizirajućeg zračenja na
fotosintetski aparat i fotosintetske
mikroorganizme*

Prof. Z. Devide

*Djelovanje zračenja na biomakromolekule
in vivo i in vitro - Istraživanje na
animalnim stanicama*

Dr D. Petrović

*Kontrolni mehanizmi sinteze proteina ba-
kteriofaga lambda*

Dr V. Zgaga

*Biogeni amini u kliničko-patološkim sta-
njima*

Prof. Z. Supek - dr Ž. Deanović

*Sinteza faga lambda iz lambda kromosoma
"in vitro"*

Dr V. Zgaga

*Studij rasta animalnih stanica u odnosu
na intermitotski ciklus*

Dr A. Han

*Genetski regulatorni mehanizmi - indukcija
i represije regulator gena*

Dr V. Zgaga (do 30.IV 1970.)

*Imunološki procesi pri presadjivanju
tkiva*

Dr B. Vitale

*Metabolizam biogenih amina u fiziološkim
i patološkim stanjima*

Dr Ž. Deanović

*Posljedice transplantacije stanica u ozra-
čeni organizam*

Prof. V. Stanković

*Inhibicija i aktivacija transplantacijskog
imuniteta*

Prof. V. Stanković

*Biokemijska i antigenska svojstva
ozračene krvi*

Prof. V. Stanković

*Mikroiontoforetska ispitivanja i oslobađanje
potencijalnih neurotransmitora u limbičnom
sistemu*

Dr M. Randić

*Elektrokemijsko dobivanje UO_2 i sol-gel
taloženje*

Dr Z. Pučar

*Elektrokemijska istraživanja oksidoredukcijskih
procesa*

Dr M. Branica

*Karakterizacija i tretiranje polazne otopine
ozračenog nuklearnog goriva*

Dr M. Branica

*Promet mikrokonstituenata i radionuklida u
biotopu mora*

Dr M. Branica - dr S. Kveder

Sudbina radionuklida u moru

Prof. P. Strohal - dr Č. Lucu

Interakcija biopolimera s malim molekulama

Dr V. Pravdić

*Nuklearno-kemijska istraživanja i izučavanje
novih postupaka za dobivanje radionuklida*

Prof. P. Strohal

Proizvodnja radionuklida na ciklotronu

Prof. P. Strohal

Bioprodukcija sjevernog Jadrana

Dr S. Kveder

Bentoske zajednice sjevernog Jadrana

Dr D. Zavodnik

Distribucija organske materije bentosa

Dr D. Zavodnik

*Istraživanje veličine i dinamike primarne
produkcije bentoskih alga*

Dr D. Zavodnik

Školjke, desetonožni rakovi i bodljikaši sjevernog Jadrana

Dr D. Zavodnik

Biocenotička istraživanja i idioekologija važnijih vrsta u sjevernom Jadranu

Dr D. Zavodnik

Karakterizacija i dinamika životnih zajednica morskog dna

Dr D. Zavodnik

Mjerenje niskih aktivnosti

Dr A. Sliepčević - dr D. Srdoč

Mjerenje niskih aktivnosti organskih uzoraka

Dr D. Srdoč

Proizvodnja dozimetara

Dr I. Dvornik

Istraživački radovi iz područja vezivnih materijala

Dr B. Matković

Ispitivanje uzgoja kamenica i dagnji u Pomorskoj uvali i u Limskom kanalu

Mr M. Hrs-Brenko - dr D. Zavodnik

Ispitivanje utjecaja glukagona, lipokaina, insulina i oksitetracilina na propusnost lizosomske membrane u jetri miša

Dr O. Carević

Istražni radovi za utvrđivanje brzine toka podzemne vode i kvalitet iste u Maloj Mlaci

Prof. P. Strohal - mr V. Kubelka

Odnosi između strukture i površinskih svojstava stakla

Dr V. Pravdić

Sinteza i ispitivanje tankih slojeva poluvodičkih spojeva

Dr B. Čelustka-mr A. Peršin

Strukturna istraživanja hidrazinij fluorida prelaznih metala

Dr B. Kojić-Prodić

Karakterizacija površina metala i poluvodičkih metalnih oksida

Dr V. Pravdić

Istraživanje neelastičnog raspršenja svjetlosti u tekućim i krutim sistemima koji manifestiraju unutrašnju rotaciju

Prof. M. Randić - dr Z. Meić

Nelinearna elektromagnetska interakcija unutar optičkog rezonatora

Prof. B. Marković - mr. A. Peršin

Dijagnostika plazme holografskim metodama

Prof. B. Marković - mr. A. Peršin

Ispitivanje fenomena nelinearne optike vezanih uz stimulirano Raman i Brillouin-ovo raspršenje

Dr L. Colombo

Impulsno kapilaro pražnjenje velike snage

Inž. Z. Šternberg

Sistematski studij gama zračenja dobivenog bombardiranjem jezgara sa neutronima od 14 MeV

Dr M. Cindro

Istraživanje metoda proizvodnje i mjerenja te primjena ultravisokog vakuuma

Prof. K. Ilaković - dr P. Tomaš

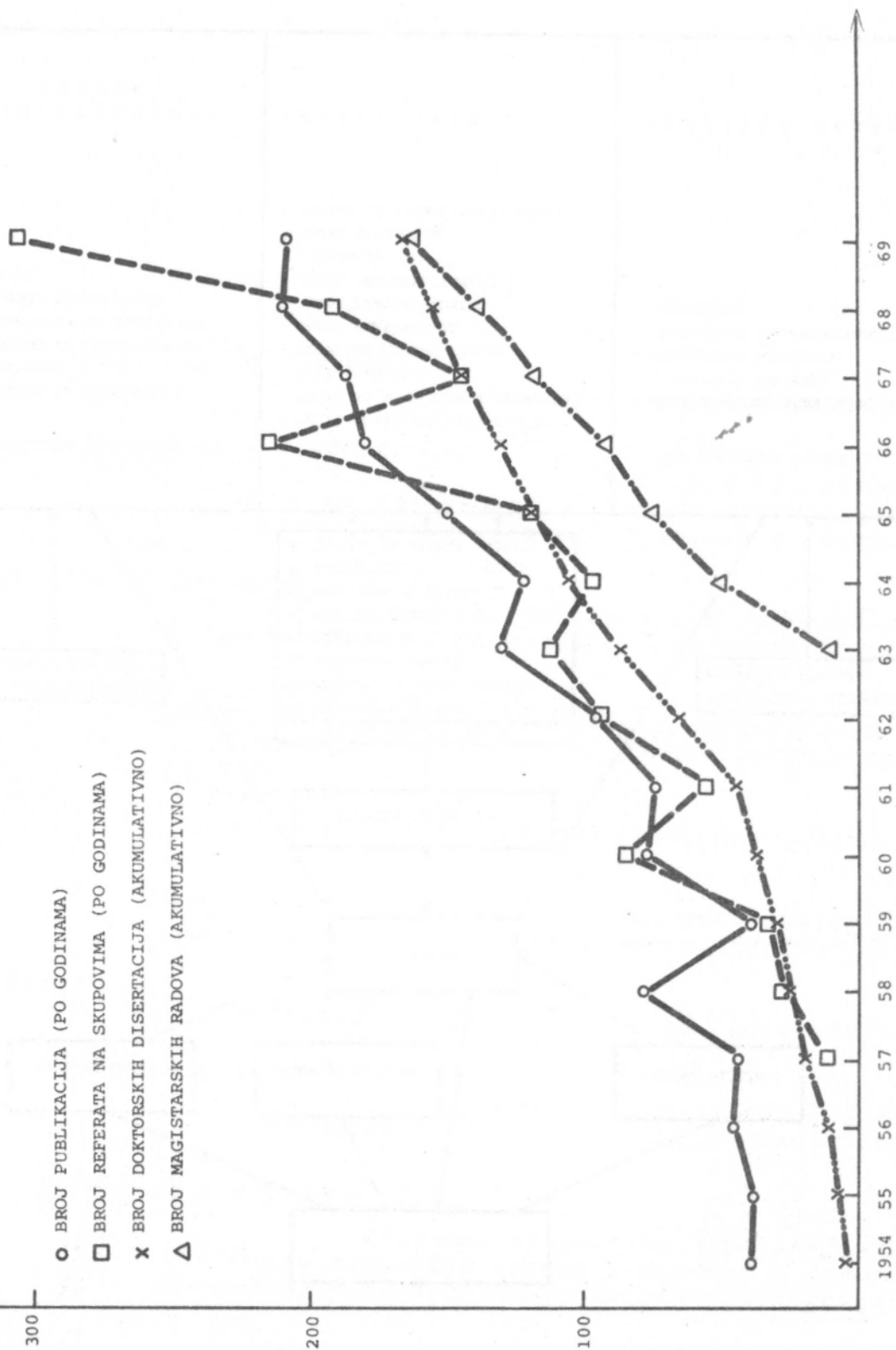
Analiza i kontrola procesa eksperimenata elektronskim računskim strojevima te transformacija podataka

Dr V. Bonačić - dr B. Souček

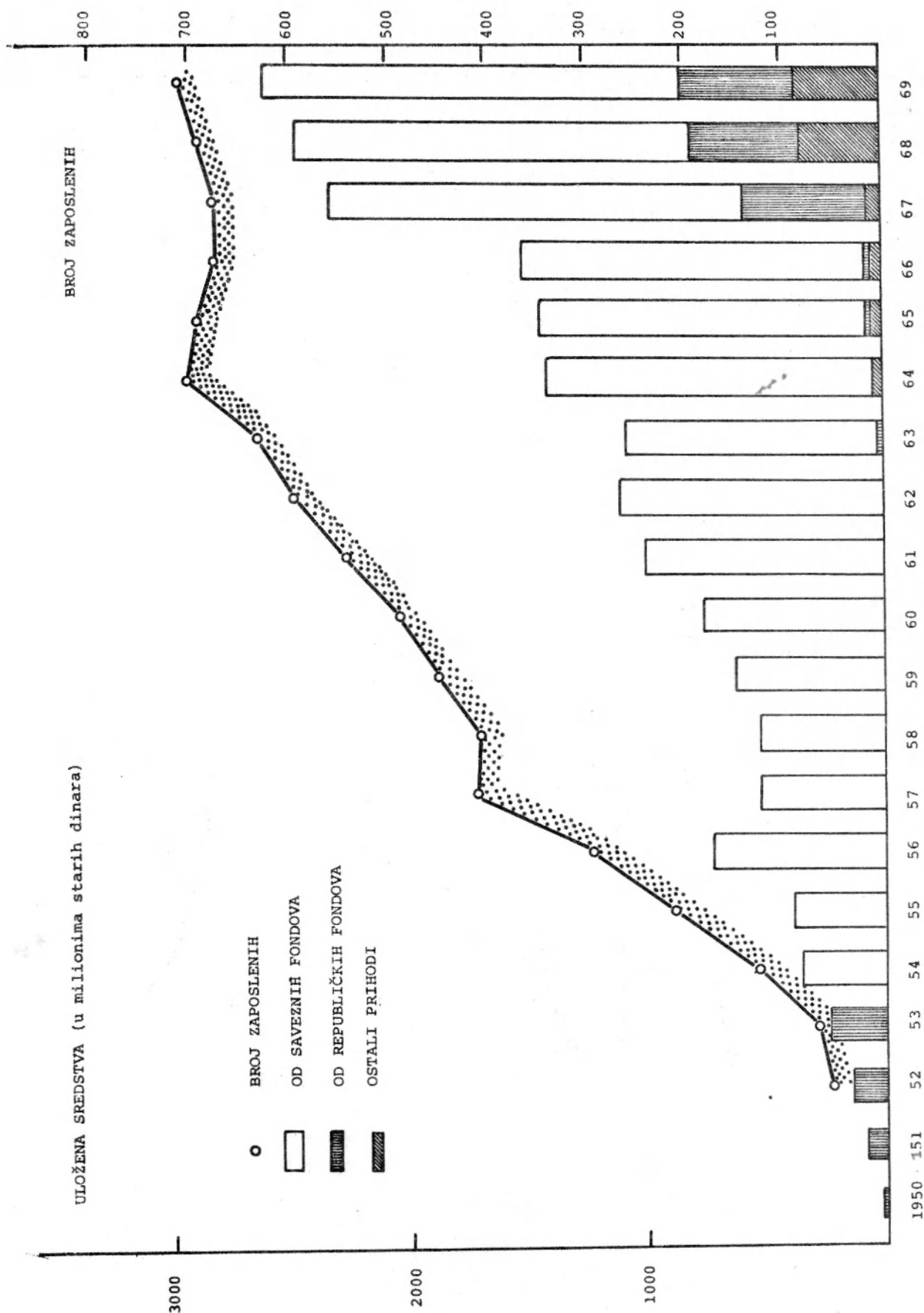
Izgradnja nuklearne centrale

Dr P. Tomaš - dr M. Konrad

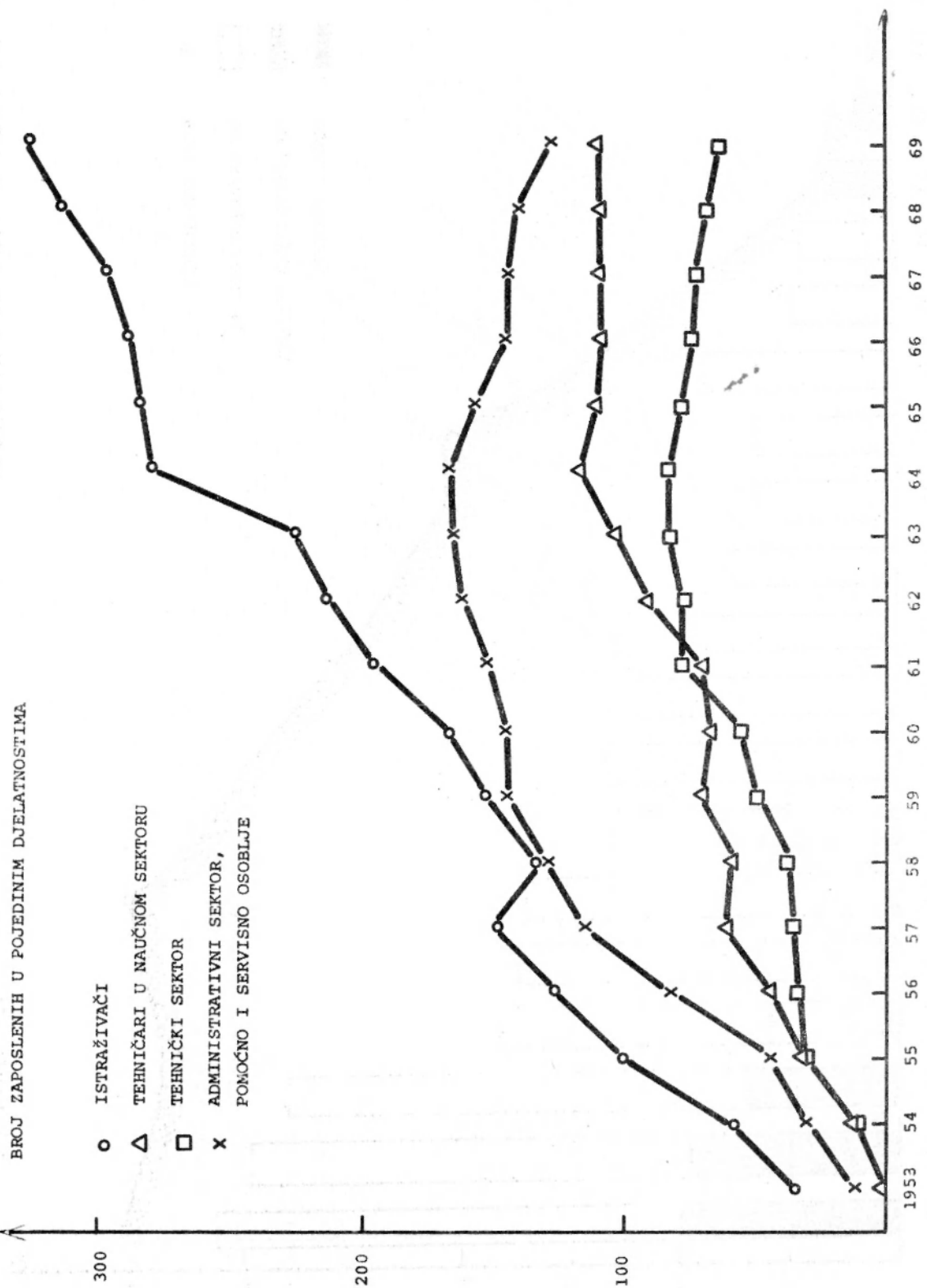
* * *



PREGLED BROJA PUBLIKACIJA, REFERATA, DISSERTACIJA I MAGISTARSKIH RADOVA



ULOŽENA SREDSTVA I BROJ ZAPOSLENIH



PREGLED ISTRAŽIVAČA I OSTALOG OSOBLJA U LABORATORIJIMA, GRUPAMA I POGONIMA NAUČNOG SEKTORA
INSTITUTA (STANJE 31.X 1970.)

